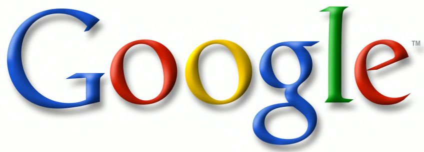


Katzer,

Geologie des unteren Amazonasgebietes





15.50 marks

JC Branner

1903

Grundzüge

der

Geologie des unteren Amazonasgebietes

(des Staates Pará in Brasilien).

Von

Dr. Friedrich Katzer,
bosn.-herceg. Landesgeologen,
vordem Sectionschef des Museu Paraense und Staatsgeologe
zu Pará am Amazonas.

Mit einer **geologischen Karte** in Farbendruck,
vier Bildnissen und zahlreichen **Abbildungen** im Text,
darunter **16 Versteinerungstafeln.**

Leipzig, 1903.
Verlag von Max Weg.

Druck von Oskar Bonde in Altenburg.

Inhalt.

Geographische Übersicht.

Die Schilderungen der folgenden Blätter beziehen sich auf das untere Amazonasgebiet innerhalb der Grenzen des Staates Pará.

Bezeichnet man als Unterlauf des Amazonas, wie es gemeiniglich geschieht, die Stromstrecke von der Enge bei Obidos bis zur Mündung in den Atlantischen Ozean, dann umfasst das von uns zu berücksichtigende Gebiet auch noch einen kleinen Teil des Amazonas-Mittellaufes von Obidos aufwärts bis zum Flusse Nhamundá.

Diesem entlang verläuft die Grenze des Staates Pará nach Norden bis zu den Acarahý-Bergen, wendet sich an diesen ostwärts zu den Quellflüssen des Corentin, setzt von hier auf den Kamm der Serra Tumuc-Humac fort, zieht von den östlichen Ausläufern dieses Gebirges zu den Quellen des Oyapoc und mit diesem Flusse zum Ozean. Die südliche Grenze wird gebildet im Osten gegenüber den Staaten Maranhão und Goyaz von den Flüssen Gurupý und Araguaya bis etwa zum 8° südlicher Breite, dann nach Westen herüber vom Rio Fresco, einem rechten und vom Cariahý, einem linken Zufluss des Xingú und noch weiter westlich gegenüber dem Staate Matto Grosso von einer Linie, die vom Cariahý über den S. Manoel oder Das Tres-Barras-Fluss zum Wasserfall Salto Augusto am Tapajós führt. Die westliche Grenze zieht von hier in gerader Linie über die Höhen von Parintins zum Amazonas und entlang des Pratucú zum Nhamundá zurück.

In dieser Umgrenzung dehnt sich der Staat Pará, beziehungsweise das untere Amazonasgebiet, zwischen den Meridianen 46° und 59° westlicher Länge von Greenwich und zwischen 9° südlicher und 4° 20′ nördlicher Breite aus. Die angegebenen Grenzen sind aber keineswegs völlig gesichert, weil einerseits die europäischen Guyana-Kolonien sich nach Süden auszudehnen trachten, und andererseits auch die Grenzen gegenüber den brasilischen Binnenstaaten noch nicht widerspruchsfrei anerkannt sind, da jeder Staat das Bestreben zeigt, ein möglichst weites Territorium

zu behaupten. In der angegebenen Umgrenzung, die indessen in Pará selbst als historisch und natürlich begründet gilt, besitzt unser Gebiet einen Flächeninhalt von rund 1 150 000 qkm, d. h. nahezu ebensoviel wie Österreich-Ungarn mit Deutschland zusammen.

Der allergrößte Teil dieses ausgedehnten Landstriches gehört dem Amazonas-Tiefland an. Der Riesenstrom durchzieht das Gebiet von Westen nach Osten und teilt es in zwei ungleich grosse Teile, von welchen der nördliche, kleinere, vom guyanischen Hochland mit der Tumuc-Humac-Bergkette rascher südwärts zum Amazonas abfällt als der südliche, grössere, dessen nordwärts gerichtete Abdachung eine bedeutend sanftere ist. Der Amazonas selbst hat ein außerordentlich geringes Gefälle, da er bei seinem Eintritt in das Gebiet des Staates Pará am Fuße der Serra Parintins nur eine Seehöhe von 19 m besitzt. Das ihn begleitende Flachland senkt sich ebenso allmählich von Westen nach Osten zum Meeresspiegel herab und stellt eine der größten Ebenen der Welt vor.

Das nördliche Grenzgebirge — die natürliche Scheide Brasiliens gegen Britisch-, Niederländisch- und Französisch-Guyana — besteht in seinem westlichsten Teile aus einem unregelmäßig durchfurchten, im Mittel etwa 400 m hohen Plateau ohne einheitliche Wasserscheide, der Serra Acarahý. Diese „Serra“, welche nur von den Flußebenen aus gesehen als Gebirge erscheint, ist eine Hochebene, die von zahlreichen Seen und Lagunen bedeckt wird und so wenig ausgesprochene Abdachungen besitzt, dass zur Regenzeit Verbindungen zwischen den nach Norden abfließenden guyanischen und den nach Süden abfließenden brasilischen Flüssen bestehen.

Der östliche Teil des Grenzgebirges, die Serra Tumuc-Humac, ist dagegen nach Crevaux eine ausgesprochene, west-östlich streichende Wasserscheide, welche nach Norden steiler als nach Süden abdacht. Der westliche Teil des Gebirges erreicht im Timotaken-Berge 800 m Seehöhe (Coudreau). Gegen Osten senkt sich die Serra bis auf 300 m mittlerer Höhe herab. In ihrer ganzen östlichen Hälfte überschreitet kein Hochpunkt 450 m Seehöhe (Mt. Lorquin 400 m (?), Pic Crevaux 330 m) und die Pässe bleiben unter 300 m. Die Gliederung des Gebirges ist hier nicht fiederförmig, wie im westlichen Teile, sondern eher rostförmig.

Das südliche Vorland dieser beiden nördlichen Grenzgebirge ist ein durchschnittlich kaum 200 m hohes Plateau, welches sich nach Süden zum Amazonas sehr allmählich, nach Osten zum Ozean etwas rascher abdacht und über welches sich bloß einzelne flache Hügel erheben. Nur im nordwestlichen Teile zwischen den Flüssen Trombetas und Parú vereinigen sich Kuppen aus altkristallinischen Massengesteinen zu etwas gegliederteren Gebirgen. Östlich und südlich von hier ist das Land fast eben. Nur wenige Erhebungen, wie z. B. die Serra de Carnahúba am Erepecurú, unterbrechen diese ausgedehnte Hochebene (Campos

geraës), aber die Flüsse sind tief in sie eingeschnitten und zerlegen sie in breite, tafelartige Rücken, deren Steilabfälle vom Boden der Flußtäler gesehen, oder von einem Hochpunkt aus der Ferne betrachtet, wie Gebirge erscheinen.

Erst etwa einen Breitegrad oder weniger nördlich vom Amazonas senkt sich das Land rasch zum Strome, von etwa 150 auf 20 m Seehöhe herab. Auch hier stellt es eine riesige Erosionsebene dar, welche aber entlang des Amazonas und am Unterlauf seiner Zuflüsse von besonders schön entwickelten Tafelbergen überragt wird (Abb. 1). Von der Ferne riesigen Grabhügeln gleichend, bald näher, bald weiter vom Ufer entfernt, schließen sie sich zuweilen in lange Reihen aneinander, oder erheben sich auch ganz vereinzelt aus der Ebene. Dieser Typus der entweder oben flachen oder auch dachartig zugekanteten, nach allen Seiten mehr minder steil abfallenden Bergformen ist im unteren Amazonasgebiet der herrschende. Kegelförmige oder unregelmäßig gestaltete Berge sind selten. Alle diese, oft recht bescheidenen Erhebungen über das Flachland werden Serras (Gebirge) genannt. Die wichtigsten darunter sind*):

Im Westen zwischen den Flüssen Nhamundá und Trombetas die Serras do Sapucuá und Serras do Valha-me Deus. Die ersteren stellen eine gabelförmig verzweigte Reihe von Tafelbergen entlang des westlichen Ufers des Trombetas und auf der Nordseite des

---

*) In der geologischen Karte, welche diesem Buche beigegeben ist, wurden behufs Vermeidung einer Überfüllung mit Namen die nur ihrer Lage nach angedeuteten Gebirge mit Zahlen versehen. Es bedeutet:

1 Serra do Travá. 2 Morro do Cachorro. 3 M. do Viramondo. 4 Serra do Dedal. 5 S. do Copo. 6 S. do Matiá. 7 S. do Valha-me Deus. 8 Serras do Sapucuá. 9 S. Carnahúba. 10 S. Santa Lucia. 11 S. do Livramento. 12 S. do Amigo Paulo. 13 S. do Curumú. 14 S. da Escama. 15, 16 Bergkranz von Monte Alegre u. zw. 15 S. do Ereré, 16 S. Itauajurý und daran anschließend S. Susuá, S. Airý. 17 Serra S. Roque. 18 S. Paranaquára. 19 S. Jutahý. 20 S. Velha Pobre und S. Jaraucú. 21 S. de Almeirim. 22 S. do Laranjal. 23 S. do Curú mirim. 24 S. dos Mongubas. 25 S. do Amapá. 26 S. Maçaranduba. 27 Monte Mayé. 28 S. Parintins. 29 S. do Balaio. 30 S. Curumucurý. 31 Serro Piraquára. 32 So. Aracurý. 33 So. Aricará. 34 S. Piróca (Alter do Chão) und östlich anschließend S. Panéma, Marurú, Irurá etc. 35 S. do Curuá. 36 S. do Urubucuára. 37 S. do Gavião. 38 Morro Grande. 39 Serras do Tabão. 40 Ss. do Rio Fresco. 41 S. do Regresso. 42 S. da Confluencia. 43 S. do Surubim (Morro Vermelho). 44 S. da Pedra preta. 45 S. do Paraupeba. 46 S. do Matto. 47 S. do Cocal 48 S. do Gongri. 49 Serras do Higino und S. do Deréké. 50 S. dos Gradaús. 51 S. do Priá. 52 Mte. Peito de Moça. 53 Mte. Pirá assú.

Die sonstigen Abkürzungen der Karte sind:

LC = Lago Cujubim. *LF* = Lontra-Fall. *Pa* = Pancada grande-Fall. *T* = Taconhamuira-Fall. *IF* = Itamaracá-Fall. *P* = Pacoval. *P. gr.* = Praia grande.

Die Schreibweise ist phonetisch; die gestrichelten Selbstlaute sind lang; ý dumpfes langes i; nh liess j, j stets wie im Französischen.

großen Sees Lago do Sapucuá und seines Zuflusses Igarapé dos Anjos vor. Sie dürften kaum 200 m Seehöhe erreichen.

Die Serras do Valha-me Deus bilden ebenfalls eine lange Reihe von Tafelbergen, die südlich von den ersteren und mit ihnen parallel zwischen dem Igarapé dos Anjos und dem südlicheren Zufluss des genannten Sees, Igarapé do Sapucuá, sich erheben. Auch diese Berge überschreiten 200 m Seehöhe nicht.



Abb. 1. Tafelberge am linken Amazonasufer zwischen Prainha und Almeirim.

Östlich vom untersten Lauf des Trombetas befindet sich die Serra do Curumú, aus zwei durch eine breite Talsenke geschiedenen Tafelbergen von 132 m Seehöhe bestehend. Nördlich von Obidos erheben sich über den Urwald drei kuppenförmige Berge: die Serra do Amigo Paulo mit einer Seehöhe von 154 m. Sie bilden die südliche Begrenzung einer weiten waldbedeckten Hochebene, die etwa 35 km weiter nordwärts von dem gebirgsähnlichen Abfall des höheren Plateaus überragt wird. Der Rundblick vom mittleren dieser Berge wirkt um so prächtiger als man einen ähnlichen im unteren Amazonasgebiete nur sehr selten genießen kann. Im Westen liegt in scheinbar geringer Entfernung die Serra do Curumú, im Osten eine Hügelreihe, gebildet durch die Steilabfälle des Curuátales und im Norden in weiter Ferne die blauen Tafelberge am Rande der Campos geraës. Weite Strecken zwischen diesen Gebirgen bedeckt der Urwald, hinter welchem im Norden und Osten flachwellige grüne Camposflächen, einer bewegten See nicht unähnlich, sich bis zum Rande des Horizontes ausbreiten.

Östlich unmittelbar bei Obidos wird die steile Uferböschung hügelförmig überragt von der bloß 67 m hohen Serra da Escama.

Von mehr gebirgsartigem Charakter ist die nördliche Umgebung von Monte Alegre. Diese Stadt liegt zum Teil selbst auf einem nach Norden sanft, nach Süden steil abfallenden, 62 m hohen Plateau, an welches sich über Westen und Norden nach Osten ein Kranz von isolierten, oder nur lose zusammenhängenden Bergen anschließt. Westlich von Monte Alegre erhebt sich die steinige Serra do Paitúna (etwa 200 m), nördlich von ihr die imposante Serra do Ereré (284 m) mit den sich westlich anschließenden Bergen Serra de Aroxí und Serra de Maxirá, von welchen sich nach Norden eine Reihe niederer Hügel erstreckt, wie die Serras Paraiso, S. Julião, Santa Helena, nebst mehreren anderen, die sich in weitem Bogen zum höchsten Berge dieser Landschaft, der massiven Serra Itauajurý hinziehen. Diese 346 m hohe Serra nördlich von Monte Alegre ist die höchste Erhebung des unteren Amazonastieflandes. Zwei Tagereisen nördlich von ihr erheben sich über ein von Waldinseln unterbrochenes Campo zwei hohe Tafelberge, von welchen der westliche, nähere, von den Einheimischen Serra do Campo Poópo



Abb. 2. Die Serra do Ereré mit den Serras de Aroxí und de Maxirá im Bergkranz von Monte Alegre, gesehen von Nordosten.

genannt wird. Sie bilden die Südbegrenzung der ausgedehnten nördlichen Campos, jenseits welcher in weiter, weiter Ferne — man zählt bis dahin 25 Tagereisen — die blauen Umrisse unbekannter Berge des guyanischen Hochlandes den Horizont begrenzen. Östlich von der S. Itauajurý wird der Kranz der Berge von einigen kleineren Serras geschlossen, deren hervorragendste die Serra Susuá und die Serra Airý sind. (Vergl. Abb. 2.)

Ostwärts, gegen Prainha zu, zieht entlang des Amazonas eine Anzahl von lose verstreuten Tafelbergen, worunter der höchste Serra S. Roque heißt. Noch weiter östlich, zwischen Prainha und der Parú-Mündung, erheben sich in langer Reihe die grabhügelähnlichen, wallartigen Tafelberge, welche diesem Teile der Amazonaslandschaft einen besonderen, von allen Reisenden bemerkten Charakter verleihen. Einzelne dieser bald näher am Strome, bald weiter entfernt liegenden flachen Hügel führen eigene Namen. Der höchste liegt Prainha am nächsten und heißt Serra de Paranaquára (etwa 300 m hoch). Östlicher folgt die Serra Jutahý, weiterhin die Serra Velha Pobre und am Parú die Serra Jaraucú. Östlich vom Parú, im Norden von Almeirim, zieht sich landeinwärts eine Reihe bewaldeter Berge, deren Höhe Martius auf 800 Fuß, ca. 235 m, geschätzt hat, — die Serras de Almeirim, die eine große Ausdehnung besitzen und nach Norden allmählich in die Hochebene zwischen dem Parú und Jarý übergehen. (Vergl. Abb. 1 und Abb. 3.)

Im Osten vom Jarý, in der ganzen weiten Strecke nördlich von der Amazonasmündung, ziehen sich die Hügel weit landeinwärts zurück und besitzen nicht mehr den gleichförmigen Tafelcharakter wie die bisher genannten, sondern sind unregelmäßiger gestaltet. Die höchsten darunter sind: Im Quellgebiet der Flüsse Cajará, Maracá, u. a. die Serra do Laranjal; auf der rechten Seite des oberen Araguarý die Serra do Curú mirim und auf der linken Seite im Mittellaufsgebiete desselben Flusses die Serra dos Mongubas, welche von allen drei genannten die höchste (gegen 200 m) sein soll. Im Norden des letzteren Gebirges erheben sich die isolierten Berge: Serra Maçaranduba und Serra do Amapá, die wohl kaum 100 m Höhe erreichen. Ganz im Norden an der Mündung des Rio Coananý befindet sich der vereinzelte, niedrige Hügel Monte Mayé.

So ausgedehnte Tafelberge, wie sie auf der Nordseite den Amazonas in langen Reihen begleiten, sind auf dem Südufer des Stromes von Santarém ostwärts unbekannt. Zwar erscheint stellenweise auch das rechte (südliche) Ufer des Amazonas ziemlich hoch, aber die Anhöhen sind bloß die Böschungen der mehr minder nahe an den Strom herantretenden Hochebene, die in sanften Wellen, nur von den Einschnitten der Wasserläufe durchfurcht, vom Strome nach Süden allmählich ansteigt. Wohl-

geformte, isolierte Tafelberge, oder gar Gruppen derselben haben sich im ganzen Landstrich entlang des Amazonas von seiner Mündung bis herauf gegen Santarém nicht entwickelt. Erst in der Umgebung dieser Stadt, am untersten Lauf des Tapajós und weiter westlich, erheben sich wieder einzelne Berge in der Flußnähe über die Ebene.

Die westlichste Kette dieser Erhebungen im Staate Pará heißt Serra Parintins, von welcher die weiter östlich und näher am Flusse gelegene Serra do Balaio nur durch die breite Senke von Jurutý geschieden ist. Mehr landeinwärts zieht östlich von der Serra Parintins eine Reihe von durch weite Ebenen getrennten Tafelbergen bis gegen den Tapajós. Die westliche Gruppe derselben wird Serra Curumucurý genannt; östlicher folgen die isolierten Hügel: Serro



Abb. 3. Die Serra de Paranaquára von Südwesten.

(d. h. Einzelberg) Piraquára, Serro Aracurý und Serro Aricará, die offenbar die Überreste der höheren Böschung des alten Uferlandes des Amazonas vorstellen, dessen Altwasserrinnen sie im Süden begrenzen.

Östlich vom Tapajós erhebt sich südlich von einer in den Fluß weit hineinragenden Landzunge (Ponta de Cururú) die obwohl nur etwa 80 m hohe, doch weithin die Gegend beherrschende Serra da Piróca oder Alter do Chão (Abb. 4). Südlich von Santarém steigt das Land in breiten Stufen rasch an und die nördlichen Abfälle dieses Plateaus, auf welchem sich die Cearenser Kolonien Paném a und Diamantina ausbreiten, sind so steil, daß sie, aus der Ferne gesehen, wie Bergzüge erscheinen und in der Tat bei der Steilheit ihrer Böschungen stellenweise nicht ohne Schwierigkeit erklommen werden können.

Während zu beiden Seiten des Tapajós das Land südlich vom Amazonas in Stufen relativ rasch bis gegen 200 m ansteigt und sich erst von da ab sanft auf etwa 300 m im Plateau nördlich vom Rio S. Manoel erhebt, ist weiter östlich das Ansteigen vom Amazonas südwärts ein bei weitem allmählicheres und gleichmäßigeres. Dagegen stellt das westliche Gebiet ein mehr zusammenhängendes Plateau mit einförmiger Oberfläche

vor, während das Land östlich vom Xingú bis zum Araguaya verhältnismäßig stark gegliedert erscheint, insbesondere in dem vom letzteren Flusse durchströmten östlichsten Teile.

Die Berge, welche auf allen Karten in der großen Schlinge des Xingú eingezeichnet sind und die allerdings auffallende Ablenkung des Stromes erklären zu sollen scheinen, sind in Wirklichkeit nicht vorhanden, sondern das Land ist dort fast eben und wird nur im Westen von ganz geringfügigen Hügeln überragt. Dagegen von der Volta aufwärts wird der Xingú von Hügelreihen begleitet, die sich auf der linken Seite in der Nähe des Flusses erheben, auf der rechten Seite von ihm weiter wegrücken und sich in größerer Anzahl bis zum Araguaya hinziehen.

Alle diese Hügel sind Erosionsrelikte ehemals ausgedehnterer Tafelberge; doch kennt man von ihnen kaum mehr als ihre beiläufige Lage und ihre Namen. Die wichtigsten scheinen zu sein: Serra do Urubucuára, Serra do Gavião, Morro Grande, Serras do Tabão und die Serras an der Mündung des Rio Fresco. Nur von dem erstgenannten dieser Berge wird von Coudreau angegeben, daß er sich 150 m über den Fluss erhebe. Die Höhe der übrigen ist unbekannt, jedoch dürfte keiner 300 m Seehöhe übersteigen.

Im Bereiche des Araguaya und Tocantins sind die Berge zahlreicher und höher, aber orogenetisch ebenfalls nur Teile eines ursprünglichen Tafellandes. Unterhalb der Vereinigung des Araguaya mit dem Tocantins wird dieser letztere Strom nur von mässig hohen Ufern eingeschlossen, den Rändern der in ein flachwelliges einförmiges Plateau eingefurchten Talrinne. Nur westlich von Alcobaça erlangt die isolierte Serra do Trocará durch ihre relative Erhebung über die ausgeebnete Umgebung Bergcharakter. Von der Vereinigung des Araguaya mit dem Tocantins aufwärts, bildet der erstere die Grenze des Gebietes von Pará gegenüber dem Staate Goyaz. Auf seiner Westseite, innerhalb der Grenzen des Staates Pará, wird der Strom erst oberhalb seines scharfen Umbuges von höheren Bergzügen begleitet. Es ist zunächst die sich dem Laufe des Flusses eng anschmiegende, aus mehreren durch Quertäler getrennten Teilen bestehende Serra dos Gradaús (auf brasilischen Karten ein Sammelname für alle Tafelberge entlang des Araguaya bis herauf zur Staatsgrenze); weiter aufwärts die Serras do Higino und die Serras do Deréké und schon gegen Matto Grosso zu die ausgedehnte Serra da Conceição, auch Serra dos Cayapós Paraenses genannt und die beiläufig in deren Fortsetzung fallenden Serras de Taitetú und da Barreira. Parallel mit diesen, 15 bis 20 km landeinwärts, streicht nach Condreau fast südnördlich die Serra do Chicão und jenseits eines ausgedehnten Campolandes, noch etwa 80 km weiter landeinwärts die Serra do Matto.

Zwischen diesen Bergen und dem Ribeirão (Flüßchen) do Pau d'Arco ziehen angeblich in nordöstlicher Richtung — also nicht parallel, sondern quer zum Lauf des Araguaya, — die Hügelketten Serra do Cocal, do Gongri und de Joncão.

Den unterhalb S. Jão d'Araguaya in den Tocantins mündenden Itacayuna-Fluß begleiten am linken Ufer die Serra do Surubim (Morro Vermelho) und Serra do Regresso, am rechten Ufer nahe an der Einmündung des Paraupeba-Flusses die Serra da Confluencia. Am Oberlauf dieses letzteren Flusses erhebt sich am rechten Ufer die stark gegliederte Serra da Pedra preta und am linken etwas weiter aufwärts die langgestreckte Serra do Paraupeba.

Alle diese Gebirge, oder wohl besser, Reihen von Tafelbergen, sind nur ihrer Lage nach beiläufig bekannt; ihre Höhe wurde nie gemessen. Sie scheint bei allen unter 300 m zu bleiben, außer bei der Serra do Matto, die von Coudreau als hohes massives Gebirge geschildert wird, welches mit einigen südlicheren Bergen die Wasserscheide zwischen dem Araguaya und dem Xingú bildet. Sie dürfte etwa 400 m hoch sein.

Östlich vom Tocantins ist das Land nur im südlichsten Teile, im Gebiete der Quellflüsse des Capim und Gurupý, etwas höher, da hier die Ausläufer der Serra da Desordem von Maranhão herübergreifen. Gegen Norden zum Ozean flacht es rasch ab und wird nur von einzelnen Bergkuppen im Quellgebiete des Guamá und von einigen kleinen Hügeln in der Nähe des Strandes — Serra do Priá und Peito de Moça



Abb. 4. Alter do Chão (Serra de Piróca) am rechten Ufer des unteren Tapajós.

bei Vizeu, Serro Pirá assú bei S. Jão de Pirábas — etwas überragt.

Ist, wie sich aus der vorstehenden orographischen Übersicht ergibt, die allgemeine Erhebung des unteren Amazonasgebietes über dem Meeresniveau nur eine verhältnismäßig geringe, so sind umgekehrt die Wasserrinnen ungewöhnlich tief und breit. Daher zeichnen sich die meisten Flüsse durch großen Wasserreichtum aus, welcher zuweilen in keinem Verhältnis zu ihrer Länge steht. Diese Erscheinung hat ihre letzte Ursache im Tieflandcharakter des Gebietes und in der damit zusammenhängenden Rückstauung des Wassers während der Flutgezeiten des Meeres. Am Amazonas, diesem Riesen der Ströme, ist der Einfluß der Flut über die ganze Breite des Staates Pará bis nach Obidos herauf zu spüren (bei Obidos beträgt der Unterschied zwischen Ebbe und Flut noch 6, bei Santarém im Mittel 20 cm) und auch in den Zuflüssen seines Mündungsbereiches macht sich die Flut mehr oder minder bedeutend bis hoch herauf geltend.

Von den überaus zahlreichen direkten und indirekten Tributären des Amazonas, von welchen einige an Wasserreichtum den größten Strömen Europas gleichen, sind die folgenden die wichtigsten:

Auf der Nordseite bildet der Nhamundá die westliche Grenze des Staates Pará. Gegen Osten folgt der Trombetas (Abb. 5) ein großer Fluß mit namhaften Seitenflüssen, von welchen der bedeutendste der Erepecurú beziehungsweise Cuminã mit dem Ariramba ist. Von der Südabdachung der Hochebene im Norden von Obidos kommt der minder ansehnliche Rio Branco (wohl zu unterscheiden von dem gleichnamigen Riesenzufluß des Rio Negro im Staate Amazonas) mit dem linksseitigen Zufluß Tucandeiro und dem rechtsseitigen Curuçamba. Der Rio Branco bildet vor seiner Mündung in den Amazonas einen See und auch der weiter östlich folgende größere Zufluß Curuá füllt, ehe er den Amazonas erreicht, mehrere Seen. Ebenso breitet sich der Maecurú im Mündungsbereiche ebenfalls zu einem großen See aus, dessen Gewässer durch zwei Kanäle mit dem Amazonas in Verbindung stehen. Weiter gegen Osten folgt der Parú, der Jarý mit seinem linksseitigen Zufluß Guatapurú, ferner der kleine Cajarý, der Anauerapucú und der Matapý.

Auf der Südseite ist der westlichste Zufluß des Amazonas im Staate Pará der Tapajós, der ansehnliche Zuflüsse nur von der rechten Seite empfängt. Es sind: der Rio S. Manoel oder Das Tres Barras, der Itapacurá und der Cuparý. Von den linksseitigen Zuflüssen ist nur der Bom-Jardim-Bach aus geologischen Gründen erwähnenswert. Weiter gegen Osten empfängt der Amazonas den Rio Una und Curuá (zum Unterschied von dem gleichnamigen nördlichen Zufluß auch Curuá de Santarém genannt), ferner den Uruará, den Jaraucú

und den großen Xingú mit zahlreichen Nebenflüssen, von welchen die wichtigsten sind: auf der linken Seite der Grenzfluß Cariahý, ferner der Iriri und Ambé; auf der rechten Seite der Grenzfluß Rio Fresco und die Flüsse Cariahý, Itatá, Bacajá, Castanha-Pitinga und Hyabú. Östlich vom Xingú steht mit den Amazonaskanälen von Breves ein ganzes Gewirre von Flüssen in Verbindung, worunter die größten sind: der Anapú mit dem Curupuhý, Tueré, Pracurú und Pracupý; der Pacajá und Camaraipý, der Jacundá und Araticú. Weiter östlich folgt der riesige Araguaya-Tocantins, welcher unbedingt als Zufluß des Amazonas zu betrachten ist,



Abb. 5. Der Trombetas beim Viramondo-Falle.

ebenso wie der Mojú, Acará und Guajará, welcher aus der Vereinigung des Capim und Guamá hervorgeht.

Die Hauptflüsse der sumpf- und seenreichen Insel Marajó sind der Ararý, welcher in den südlichen und der Anajás, welcher in den nördlichen Mündungsarm des Amazonas einmündet. Die Sümpfe (Mondongos), welche in einer breiten Zone die Insel von Nordosten gegen Südwesten durchziehen, deuten nach Ferreira Penna den ehemaligen Lauf des Amazonas zu jener Zeit an, als die jetzige Insel Marajó noch in zwei Teile getrennt war.

Nicht durch Vermittlung des Amazonas, sondern unmittelbar in den Atlantischen Ozean ergießen sich: der Grenzfluß gegen Maranhão: Gurupý, der Priá, Caeté, Quatipurú und Marapanim auf der

Südseite der Amazonasmündungen; auf der Nordseite derselben der große Araguarý, der Tartarugal und Amapá grande, der Calçoene, Coananý, der Cassiporé mit dem Juisa-Flusse, der Uassá und schließlich am weitesten im Norden der Grenzfluß gegen Französisch-Guyana: Oyapoc oder Vincente Pinçon.

Ein großer Teil des unteren Amazonasgebietes wird vom Urwald eingenommen, welcher sich insbesondere im Tiefland am Hauptstrom selbst und entlang der Mündungsstücke seiner Nebenflüsse ausbreitet und sich an diesen mehr oder minder weit aufwärts zieht. Sein Charakter ist im einzelnen je nach dem Standort verschieden. Der Sumpfwald (Igapó) ist ein anderer, als der nur zeitweilig überschwemmte Varzea-Wald und dieser wieder ein anderer, als der Wald des hohen Festlandes, der sogen. Terra firme. Der üppige Uferwald besitzt vermöge seiner zahlreichen Palmen einen höchst eigenartigen Reiz, aber er erreicht niemals die herrliche Großartigkeit des Urwaldes im Innern des Landes, der Máta virgem der Paraenser. Auch auf der Hochebene sind weite Strecken von Urwald bedeckt, welcher insgesamt schätzungsweise wohl zwei Drittel des Areales des Staates Pará einnehmen dürfte. Ein Drittel — vielleicht auch mehr — entfällt auf Campos, nämlich ausgedehnte Grasflächen, welche zuweilen von schütter verstreuten Bäumchen oder Gebüsch bestanden, oder auch von einzelnen Waldinseln unterbrochen werden. Die Campos sind nach ihrer Lage und dieser zufolge auch in ihren sonstigen Eigenschaften verschieden. Sie breiten sich entweder, und zwar vorwiegend, auf den Plateaus aus, oder auch in der Tiefebene, und in beiden Fällen werden sie entweder regelmäßig überschwemmt, oder bleiben stets trocken. Ursprünglich waren aber alle jetzigen Campos wenn nicht versumpfte, so doch stark bewässerte Terrainflächen, und einige davon, die in ihrer beschränkten Ausdehnung gegenüber den riesigen Campos der Hochebene allerdings geringfügig und auch für die allgemeinen morphogenetischen Beziehungen der Campos ziemlich belanglos sind, nehmen die Altwasserrinnen der Flüsse ein, welche zumeist bei Hochwasser noch jetzt überflutet werden. Man kann daher naturgemäß unterscheiden: Hochcampos und Tiefcampos, welche ihrerseits wieder sein können Trockencampos oder Inundationscampos. Die Inundations-Tiefcampos können auch Varzeacampos genannt werden, zum Unterschied vom Varzeawald, oder der Varzea kurzweg. (Vergl. Abb. 6.)

Sowohl der Urwald als die Campos bieten der geologischen Beobachtung nur selten offene Flächen dar und ausgedehntere Profile kommen fast gar nicht vor. Diesbezüglich ist der Forscher hauptsächlich auf die Talrinnen der Flüsse und Bäche angewiesen und der allergrößte Teil unserer Erfahrungen über den geologischen Aufbau des Amazonasgebietes ist an den Ufern der Ströme und Flüsse gesammelt worden. In

das Innere des Amazonaslandes sind erst in neuester Zeit wenige geologische Expeditionen unternommen worden und auch diese sind nur auf bescheidene Strecken von den Flüssen aus in das Innere vorgedrungen. Die Verknüpfungen der in der Nachbarschaft der Wasserläufe gemachten geologischen Wahrnehmungen sind daher zum Teil hypothetisch.

Von den unzähligen Inseln, welche sowohl im Amazonas selbst, als in allen seinen größeren Zuflüssen die riesig ausgedehnten Wasserflächen bedecken, sind die allermeisten Schwemmlandbildungen, auf welchen bemerkenswerte geologische Aufschlüsse nicht zu gewärtigen sind. Selbst die große Insel Marajó in der Amazonasmündung bietet



Abb. 6. Partie der Campos geraës am oberen Parú.

der Beobachtung nur in beschränkten Teilen Felsgebilde dar. Auf den nördlicheren Inseln Caviána, Mexiána und der Küsteninsel Maracá, noch mehr aber auf den landeinwärts gelegenen Flußinseln, von welchen die Ilha Grande de Gurupá die grösste Ausdehnung besitzt, liegen die diesbezüglichen Verhältnisse noch weniger günstig. Dagegen sind an der stark gegliederten Meeresküste von Pará einige sehr wichtige geologische Entblößungen vorhanden.

Einzelne, jedoch zumeist beschränkte Aufschlüsse bieten auch die Umgebungen der Städte und Ortschaften, wo größere Rodungen, hier und da auch Steinbrüche und Sandgruben bestehen und gelegentlich bei Brunnengrabungen, Weganlagen usw. auch bemerkenswerte künstliche Entblößungen geschaffen werden. Die Eisenbahn, welche Bragança mit

Pará verbinden soll, die einzige im unteren Amazonasgebiete, wird nur von Pará bis zur Kolonie Jambúassú, d. i. 105 km weit, befahren. Auf dieser Strecke bieten sich nur geringe Einblicke in die geologische Zusammensetzung des durchfahrenen Landstriches. Ueber die letztgenannte Ansiedlung hinaus dürfte der weitere Ausbau der Bahn in absehbarer Zeit kaum durchgeführt werden.

Die wichtigsten Kommunikationswege im unteren Amazonasgebiete sind die Flüsse, auf welchen sich fast der gesamte Weitverkehr abspielt, was wohl nach allen Verhältnissen des Landes auch noch jahrzehntelang nicht anders werden dürfte. Alle Städte und größeren Ortschaften liegen an den Flüssen oder am Meeresufer. Ihre Entwicklung ist keine konstante, sondern eine aus inneren Gründen rasch wechselnde: einem überhasteten Aufschwung folgt häufig eine anscheinend ebenso unbegründete Dekadenz. Daher können Orte, die gegenwärtig nach ihrer Einwohnerzahl und Bedeutung in der vorderen Reihe stehen, binnen kurzem von anderen, jetzt noch unscheinbaren, überflügelt werden. Im allgemeinen haben die am Ozean gelegenen Städte mehr Aussichten auf eine andauernd fortschreitende Entwicklung als die Ortschaften im Innern des Landes. Bemerkenswert ist auch der Gegensatz, welcher sich darin äußert, daß, während die an der Guajará-Mündung gelegene Hauptstadt des Staates Pará, Santa Maria de Belém do Pará, oder kurzweg Pará genannt, mehr als 100000 Einwohner in sich konzentriert, die nächstgrößte Landstadt kaum 3000 Seelen zählt.

Die wichtigsten Städte und Märkte des unteren Amazonasgebietes, welche in unseren weiteren Darlegungen wiederholt Erwähnung finden werden, sind nach der, durch die Auszählung vom Jahre 1896 ermittelten Einwohnerzahl geordnet, die folgenden: Vigia (2911 Einwohner) an der Mündung des Rio do Pará; Bragança (2524 E.) an der östlichen atlantischen Küste; Santarém (2368 E.) an der Tapajósmündung; São Caetano (2132 E.) nördlich von Vigia an der Küste; Alemquer (2013 E.) an einem nördlichen Nebenarm des Amazonas östlich vom Curuá; Afuá (1958 E.) am Nordufer der Insel Marajó; Cametá (1647 E.) am Tocantins; Curuça (1426 E.) am atlantischen Gestade an der Ponta da Tijóca (Kap an der Mündung des Rio do Pará); Soure (1231 E.) am gegenüberliegenden Ufer von Marajó; Macapá (1206 E.) an der nördlichen Amazonasmündung; Obidos (1091 E.) an der untersten Stromenge des Amazonas unterhalb der Trombetasmündung; Gurupá (1015 E.) auf dem Südufer des Amazonas unterhalb der Xingúmündung; Abaeté (1013 E.) zwischen dem Tocantins und Rio do Pará; Vizeu (912 E.) an der Mündung des Gurupý. Alle übrigen Städte — es gibt deren ausser den genannten noch 15 —, Märkte und Ortschaften haben weniger als je 800 Einwohner. Die für uns erwähnenswerten darunter

sind: Collares (705 E.) auf der gleichnamigen Insel nördlich von Pará; Ponta de Pedras (652 E.) auf der Insel Marajó westlich von Pará; Faro (649 E.) am Nhamundá; Porto de Moz (647 E.) an der Xingúmündung; Cachoeira (609 E.) am Ararý-Flusse auf Marajó; Cintra (512 E.), Salinas (458 E.) und Quatipurú (538 E.) am östlichen atlantischen Gestade des Salgado; Breves (510 E.) in der Südwestecke von Marajó; Almeirim (111 E.), Prainha (301 E.) und Monte Alegre (451 E.) auf der Nordseite des Amazonas; Oriximiná (305 E.) am Trombetas; Aveiros (301 E.) und Itaituba (280 E.) am Tapajós; Souzel (301 E.) am Xingú; Mocajuba (385 E.) und Baião (402 E.) am Tocantins; São Domingos (131 E.), São Miguel (197 E.) und Ourém (170 E.) am Guamá; Chaves (268 E.) an der Nordküste von Marajó.

Alle Städte (29), die Hauptstadt ausgenommen, und Marktflecken (24) des Staates Pará, welche der Sitz einer Gemeindevertretung sind, zählten zusammen im Jahre 1896 nur 38 521 Einwohner. Dazu kommt eine Anzahl von Ortschaften, Dörfern, einzelnen Siedlungen usw., die zum Teil gut bewohnt sind und auf deren Umgebung im Laufe unserer Beschreibungen teilweise Bezug genommen werden wird. Sie können unter Umständen einen geeigneteren Stützpunkt für geologische Forschungs-Unternehmungen bieten als manche von den Städten oder Märkten.

Geschichte und Literatur
der
geologischen Forschung im unteren Amazonasgebiete.

Die heutige geologische Kenntnis des unteren Amazonasgebietes ist die Frucht der Forschungen der letzten 35 Jahre.

Noch vor einem Menschenalter wußte man über den geologischen Aufbau der ungeheuren Landstrecken im Norden und Süden des Riesenstromes überaus wenig. In den Werken einiger älterer Forschungsreisenden, insbesondere von Martius und Spix [1], Pöppig [2], Castelnau [3], Herndon und Gibbon [4], Wallace [5], Kletke [6])*), deren hohe Verdienste auf einem anderen Felde liegen, sind zwar einzelne Angaben über Gesteine und Bodenarten enthalten, die sich gewissermaßen von selbst der Beobachtung aufdrängten, jedoch vielfach verknüpft mit unzutreffenden, auf flüchtigen äußeren Ähnlichkeiten beruhenden Deutungen ihres Wesens und ihres Alters, — z. B. wurden alle roten Schichten als Keuper angesprochen! — so daß diese Bemerkungen kaum als erste Nachrichten über die geologische Beschaffenheit des Landes bewertet werden können.

Die geologische Erforschung des Amazonasgebietes beginnt in der Tat erst mit dem Jahre 1865, in welchem Agassiz seine große wissenschaftliche Reise nach Brasilien antrat und den Amazonas zur Hauptstätte seiner Forschertätigkeit machte. Während im südlichen Brasilien die Vorkommen verschiedener nutzbarer Minerale, namentlich die Diamantenlagerstätten, schon frühzeitig Anregung zu geologischen Untersuchungen geboten hatten, so daß man dort von einer älteren Periode der geologischen Erforschung sprechen kann, die man sehr wohl als die deutsche**) bezeichnen darf, da sich in ihr fast ausschließlich

*) Die Anmerkungshinweise beziehen sich auf das am Ende des Abschnittes beigefügte Literaturverzeichnis.

**) Vergl. O A. Derby: As investigações geologicas do Brazil. Revista Brazileira. I. 1895, p. 145.



J. Louis Rod. Agassiz.

deutsche und österreichische Forscher, allen voran L. W. von Eschwege und V. von Helmreichen betätigten, — und hier daher Agassiz' Auftreten nur eine neue Epoche der intensiveren und systematischeren Forschung eröffnete; — wurde im Amazonasgebiet von ihm die geologische Erforschung tatsächlich begonnen und für ihre Fortsetzung ein so mächtiger Anstoss geboten, dass er noch heutzutage fortwirkt. In der Geschichte der Geologie des Amazonasgebietes gebührt daher Agassiz ein Ehrenplatz.

Jean Louis Rod. Agassiz wurde am 28. Mai 1807 zu Motier am Murtner See in der Schweiz geboren. Nach in Heidelberg und München beendeten naturwissenschaftlichen und medizinischen Studien wurde er 1832 Professor in Neuchâtel. Zu jener Zeit beschäftigte er sich hauptsächlich mit Fischen und sein erstes größeres naturwissenschaftliches Werk war der Beschreibung der von Spix in Brasilien gesammelten Arten gewidmet. Bald folgten seine grundlegenden Untersuchungen über die fossilen Fische (1833—42), über die fossilen Fische des Old Red (1844) und seine Naturgeschichte der Süßwasserfische Mitteleuropas (1839—45), die leider unvollendet blieb. Epochemachend sind seine Gletscher- und Eiszeitforschungen (1840, 1847). Im Jahre 1846 unternahm er eine Reise nach den Vereinigten Staaten und blieb fortan in Nordamerika, wo er an der neuerrichteten Hochschule zu Cambridge eine Professur annahm, dort das Museum für vergleichende Zoologie gründete und es zu hohem Aufschwung brachte. Neben Gletscherforschungen beschäftigten ihn in den letzten Jahren seines Lebens auch Tiefseeuntersuchungen und an allen Fragen des naturwissenschaftlichen Tagesinteresses nahm er regsten Anteil. Er entschlief sanft am 14. Dezember 1873. Sein Grab ziert als Denkstein ein erratischer Block vom Aargletscher und beschattet wird es von Tannen aus seiner schweizer Heimat.

Auf der wissenschaftlichen Expedition, welche Agassiz im Jahre 1865 nach Brasilien unternahm [7]) — sie wurde wesentlich von Nath. Thayer ausgerüstet und ist daher als „Thayer-Expedition" bekannt, — verfolgte er zwei Hauptzwecke: erstens die Süßwasserfauna von Brasilien zu erforschen, die von um so höherem Interesse für ihn war, als sein oben angeführtes wissenschaftliches Jugendwerk den brasilischen Fischen gegolten hatte und er daher gewissermaßen zu seiner ersten Liebe zurückkehrte; und zweitens zu ermitteln, ob auch das äquatoriale Brasilien eine Eiszeit besessen habe. In ersterer Beziehung war die Reise, welcher die brasilische Regierung und der Kaiser Dom Pedro II. persönlich weitgehende Förderung zu teil werden ließen, für ihn anscheinend von vollem Erfolge begleitet. Wer seine von hoher Befriedigung zeugenden brieflichen Berichte von der Reise liest und seine wiederholten ganz bestimmten Angaben, daß er gegen achtzehnhundert Arten

von Fischen in den Gewässern des Amazonasgebietes gesammelt habe, daß elfhundert davon sogar abgebildet wurden, kann nicht glauben, daß die Zahl der Fischarten im Flußgebiete des Amazonas nur etwa 500 betragen sollte. Doch dies möge Berufenen zur Entscheidung überlassen bleiben! —

In der zweiten Beziehung, betreffend die Ermittlung von Anzeichen einer Vergletscherung des tropischen Brasilien, fühlte sich Agassiz allerdings auch befriedigt, obwohl er, zu sehr eingenommen von der Supposition einer die ganze Welt umfassenden Eiszeit, einige geologische Anzeichen irrtümlich auffaßte und ohne hinlängliche Anhalte als Beweise seiner Theorie hinstellte. Dieser Irrtum, der heute als gänzlich behoben gelten kann*), ist nebensächlich gegenüber dem mächtig fördernden Einfluß, mit welchem Agassiz die geologische Erforschung des Amazonasgebietes anbahnte.

Der von der Regierung Agassiz auf seiner Amazonasfahrt mitgegebene brasilische Begleiter, Major und Ingenieur João Martius da Silva Coutinho, hatte zu Zwecken der Vermessung von Kolonisationsterritorien das Amazonasgebiet schon früher besucht und war durch seine Lokalkenntnis für Agassiz sehr nützlich. Von manchen Flüssen brachte Coutinho die ersten geologischen Nachrichten und am Tapajós entdeckte er die ersten carbonischen Fossilien. Seine zu Agassiz in einem gewissen Gegensatze stehenden Ansichten über das untere Amazonastal veröffentlichte er im Jahr 1867.[8])

Unter den wissenschaftlichen Begleitern, welche mit Agassiz die Brasilienfahrt von Nordamerika aus mitmachten, befand sich auch der Geologe Hartt, welchem zunächst die Aufgabe zufiel die Umgebungen von Rio de Janeiro und Bahia zu erforschen. Hierbei wurde er so gewaltig angeregt und gefesselt, dass er die geologische Durchforschung Brasiliens zu seiner Lebensaufgabe zu machen beschloß. Er verließ zwar im Juli 1866 mit Agassiz Brasilien, kehrte jedoch schon im nächsten Jahre 1867 zurück und widmete sich der Erforschung des Gebietes von Rio de Janeiro nordwärts bis über Pernambuco hinaus, wobei es ihm gelang eine Reihe neuer und wichtiger Entdeckungen zu machen, die in seinem Werke „Geology and Physic. Geography of Brazil“ (1870)[9]) niedergelegt sind. In Bezug auf die Vergletscherungstheorie stand Hartt zwar damals auf Seiten Agassiz', jedoch nicht ganz ohne Vorbehalt und das Bestreben, die Lehre seines Meisters und Freundes eingehend zu prüfen, war die Hauptveranlassung seiner geologischen Expeditionen in das Amazonasgebiet, die er im Sommer 1870 und im nächstfolgenden Jahre unternahm. Mit diesen Reisen beginnt

*) Vergl. John C. Branner: The supposed Glaciation of Brazil. Journal of Geol. Chicago I, 1893.



Charl. Frederic Hartt.

erst eigentlich die geologische Erforschung des Amazonasgebietes und Hartt, der allerdings ohne Agassiz kaum je nach Brasilien gekommen wäre, ist im vollsten Sinne des Wortes der Begründer der heutigen Amazonasgeologie.

Charles Frederic Hartt wurde am 23. August 1840 zu Fredericton in Neu-Braunschweig (Kanada) geboren*). Seine höheren Studien absolvierte er am Acadia College, wo er sich mehr mit Sprachwissenschaften als mit Naturgeschichte befaßte. Im Jahre 1860 begründete er mit seinem Vater eine höhere Unterrichtsanstalt in seinem Heimatland zu St. John, wo er Gelegenheit fand seiner schon früher bekundeten Vorliebe für geologische Forschungen nachzugehen. In den Schiefern von St. John entdeckte er fossile Insekten, die man damals für devonisch und die ältesten bekannten Landtierreste hielt, wodurch die Aufmerksamkeit von Agassiz auf ihn gelenkt wurde, der ihn veranlaßte einen Kurs am Museum für vergleichende Zoologie zu Cambridge mitzumachen. Gleich 1861 begab sich Hartt dahin und blieb von da ab mit Agassiz in steter Verbindung, die später für die geologische Erforschung von Brasilien und besonders des Amazonasgebietes so folgenreich werden sollte.

Bis zum Antritt der Brasilienreise (im April 1865), welche er, wie erwähnt, als Geologe in Agassiz' Begleitung mitmachte, befaßte sich Hartt fast ausschließlich mit den paläozoischen Ablagerungen seiner engeren Heimat und von Neu-Schottland und machte mehrere wichtige Entdeckungen, auf welchen die Kenntnis des Paläozoicums dieser kanadischen Provinzen basiert. Die Bearbeitung des reichen von ihm aufgesammelten Materiales mußte er freilich zum Teil anderen Forschern (Dawson, Scudder) überlassen.

Als anerkannter Fachgeologe, aber auch mit offenem Blick für Erscheinungen auf anderen Gebieten der Naturforschung, ja mehr noch: begabt mit rascher Auffassung und universellem Verständnis für Natur und Leben, wie sie nur den echten Forschungsreisenden auszeichnen; — so kam Hartt nach Brasilien und seine vielseitigen Leistungen in der leider nur relativ kurzen Zeit, welche dort zu wirken ihm vom Schicksal beschieden war, werden immer ein bewunderungswürdiges Zeugnis seiner genialen Veranlagung, seines Fleißes und seiner Tatkraft bleiben.

Die Ergebnisse von Hartts Reisen in den Jahren 1867 und 1868, wie wichtig sie für die Geologie Brasiliens und ganz Südamerikas auch sind, können hier nicht einzeln gewürdigt werden. Für die geologische Erforschung des Amazonasgebietes waren erst seine Expeditionen im Jahre 1870 und 1871 von entscheidender Bedeutung.

*) R. Rathbun: Sketch of the Life and scient. Work of Prof. Ch. F. Hartt. Proceed. of the Boston Soc. of Nat. Hist. XIX, 1878, p. 338.

Als Hartt von seiner zweiten Brasilienreise im Jahre 1868 nach Nordamerika zurückgekehrt war, wurde ihm ein Lehrstuhl für Naturgeschichte am Vassar-College angeboten, den er aber noch im selben Jahre mit der Lehrkanzel für Geologie an der Cornell-University zu Ithaca vertauschte. Hier eröffnete er eine ersprießliche Lehrtätigkeit, deren Wert nach der fachlichen Schulung, die er seinen Hörern zu übermitteln verstand, am besten bemessen werden kann. Dank der ihm gewordenen Unterstützung von E. B. Morgan — daher „Morgan-Expeditions" — konnte er vier seiner Hörer: O. A. Derby, H. H. Smith, T. B. Comstock und W. S. Barnard, 1870 in das Amazonasgebiet mitnehmen und dem Zusammenwirken dieser jugendlichen Kräfte unter der zielbewußten Leitung Hartts sind die glänzenden Ergebnisse zu verdanken, welche auf dieser Reise erzielt wurden. Insbesondere muß der Name O. A. Derby hervorgehoben werden, welcher bei der zweiten Expedition im Jahre 1871 der einzige Begleiter und Assistent Hartts war und der sich auch in der Folge als die kräftigste Stütze seines Lehrers und Freundes betätigt hat. Seine Verdienste um die Amazonasgeologie werden unten noch näher dargelegt werden.

Durch die Untersuchungen der ersten Expedition (1870) wurden die Hauptbelege, welche Agassiz für das Vorhandensein eines von den Anden in die Amazonasniederung herabwallenden riesigen Gletschers angenommen hatte, hinfällig. Die Serra do Ereré, welche Agassiz als typischen „table topped hill" angesehen und mit den übrigen Hügelzügen des unteren Amazonas für Denudationsreste des mächtigen oberen Driftsandsteines eines supponierten Riesengletschers gehalten hatte, erwies sich aus nicht horizontalen Schichten von wechselnder Ausbildung aufgebaut. Die Drift wurde als Denudationsresidium verschiedener alter Gesteine erkannt; die vermeintlichen erratischen Blöcke als losgelöste, kugeligschalig abgewitterte Diabasblöcke. Es wurde der devonische Charakter der Gesteine in der Umgebung der Serra do Ereré festgestellt und die erste Aufsammlung von Fossilien vorgenommen. Es wurden ferner die Unterläufe einiger Amazonas-Zuflüsse befahren, zum Teil geologisch erforscht und das Auftreten von carbonischen Ablagerungen am Tapajós sichergestellt. Auf Marajó wurden die ersten Untersuchungen altindianischer Gräber vorgenommen und auch anderorts ethnographische Studien durchgeführt oder in Angriff genommen. Im nächsten Jahre (1871), als Hartt mit Derby allein in das Amazonasgebiet kam, wurden insbesondere die Tafelberge und Höhenzüge auf der Nordseite des Amazonas von Almeirim westwärts durchforscht, sowie die Studien in einigen schon früher besuchten Gebieten vertieft und die Aufsammlungen erweitert. Erst im Jänner 1872 kehrten die beiden Forscher nach Ithaca zurück.

Die vielseitigen Ergebnisse aus diesen Morgan-Expeditionen wurden

allmählich bearbeitet und eine Reihe von Abhandlungen Hartts und seiner Schüler darüber publiziert.[10]) Der Reiz, welchen die geologische und ethnographische Erforschung von Brasilien auf Hartt ausübte, bewog ihn, seine brasilischen Freunde, deren er sich durch seine persönliche Liebenswürdigkeit viele erworben hatte, anzuregen, für die Errichtung einer staatlichen geologischen Landesdurchforschung des damaligen Kaiserreiches Brasilien zu wirken. Dies hatte zur Folge, daß er schon im Jahre 1874 von regierungswegen eingeladen wurde, einen Vorschlag für die systematische geologische Durchforschung Brasiliens auszuarbeiten. Um seine diesbezüglichen Vorschläge in Vorlage bringen und erläutern zu können, begab sich Hartt im August desselben Jahres nach Rio de Janeiro, wo er mit wahrem Enthusiasmus aufgenommen und mit Auszeichnungen überhäuft wurde. Seine auf breiter Basis beruhenden Vorschläge wurden genehmigt und schon am 1. Mai 1875 trat die „Geologische Kommission des Kaiserreiches Brasilien“ — „Commissão Geologica do Imperio do Brazil“ — mit Hartt als Vorstand und Leiter in Wirksamkeit*).

Die wenigen Jahre des Bestandes dieser Kommission waren ohne Zweifel die für die geologische Erforschung des weiten Reiches bisher fruchtbarsten, auf deren Ergebnissen zum sehr großen Teile unsere gegenwärtigen geologischen Kenntnisse über Brasilien beruhen und ohne welche Brasilien noch heute zu den geologisch am wenigsten durchforschten Ländern der Welt gehören würde. Die diesbezüglichen Leistungen Hartts und seiner tüchtigen Mitarbeiter werden für immer in der Geschichte der geologischen Erforschung Brasiliens einen ersten Platz behaupten.

Hartts Absicht war, zuerst einen möglichst raschen Überblick des geologischen Aufbaues des ganzen Reiches zu erlangen und dann erst in Detailstudien einzugehen. Zu diesem Zwecke verteilte er sein wenig zahlreiches Personal so, daß Forschungen in verschiedenen Teilen Brasiliens auf einmal ausgeführt werden konnten. Von den südlichen Provinzen waren es zunächst Pernambuco und Parahyba, wo 1875 mit den Arbeiten der Geologischen Kommission begonnen wurde. In den Jahren 1876 und 1877 folgten Untersuchungen in Sergipe, Bahia, auf der Insel

*) Der ursprüngliche Personalstand der Commissão war: Hartt, Chef; Elias F. de P. Jordão, Topograph; O. A. Derby und Rich. Rathbun, Geologen; F. José de Freitas, Praktikant; Marco Ferrez, Photograph. Später kam noch John Branner als Geologe hinzu. An Jordãos Stelle trat 1876 Luther Wagoner und an dessen Stelle 1877 Frank Carpenter. Vom Jahre 1876 an wurde auch H. H. Smith, der schon 1874 aus eigenem Antriebe nach Brasilien zurückgekehrt war, im Amazonasgebiete im Auftrage der Geol. Kommiss. beschäftigt, während J. E. Mills die Golddistrikte von Rio Grande do Sul und Minas Geraës studierte. Die Arbeiten der Kommission im Amazonasgebiete unterstützte auch Dom. Ferreira Penna.

Fernando de Noronha, in Sta. Catharina, Paraná, São Paulo, sowie Rio Grande do Sul und Minas Geraës. Wie außerordentlich wichtig die Ergebnisse dieser Forschungen für die Geologie Brasiliens und ganz Südamerikas auch sind, so berühren sie das Amazonasgebiet doch nicht unmittelbar und können daher hier nicht weiter erörtert werden.

Von größter Bedeutung für die Amazonasgeologie waren aber die Arbeiten der Geologischen Kommission, welche in den Jahren 1876 und 1877 am Amazonas und an einzelnen seiner Zuflüsse ausgeführt wurden. Wenn auch der leitende Geist dieser Unternehmungen Hartt war, so gebührt doch das Hauptverdienst an den erzielten grundlegenden Resultaten O. A. Derby, was weiter unten noch eingehender gewürdigt werden soll.

Die Geologische Kommission beschränkte sich aber nicht ausschließlich auf geologische und allgemein geographische Forschungen, sondern es wurden auch wertvolle ethnographische Aufsammlungen vorgenommen und namentlich Hartt persönlich betrieb diese Studien mit Verständnis und mit Erfolg. Nach seiner eigenen Angabe hätte er von darauf bezüglichen Werken zu mehr minder fortgeschrittener Ausführung gebracht: eine Schrift über brasilische Altertümer; eine Mythologie der brasilischen Indianer; eine Grammatik mit Wörter- und Lesebuch der Tupi-Sprache; sowie ein Album von Ansichten, Volkstypen usw. vom unteren Amazonas mit zugehörigem Text. Während die Veröffentlichung dieser Werke nur Absicht blieb, hat Hartt mehrere ethnographische Gegenstände und Fragen in interessanten Abhandlungen einzeln behandelt,[11] wobei er durch sein im Jahre 1876 geregeltes Verhältnis zum Nationalmuseum in Rio de Janeiro teilweise unterstützt wurde. Hartt wurde damals zum Vorstand der geologischen Abteilung des Museums ernannt und hat in dieser Eigenschaft ersprießlich gewirkt. Die umfangreichen Aufsammlungen der Geologischen Kommission wurden aber nicht dem Museum einverleibt, — das geschah erst nach Hartts Tode, — sondern in einem eigenen Gebäude, dem Amtssitz der Kommission, untergebracht und Hartt war bemüht die Gründung eines selbständigen Geologischen Museums zu erreichen.

Leider blieb ihm eine bittere Erfahrung nicht erspart: im Juni 1877, nach kaum zweijährigem Bestande wurde die Einstellung der Tätigkeit der Geologischen Kommission vom 1. Januar 1878 ab verfügt. Der Kaiser Dom Pedro II. befand sich damals auf Reisen in Europa und Nordamerika und als er im Herbst nach Brasilien zurückkehrte, sollte zwar die Kommission wieder eingesetzt werden, ja Hartt hoffte — wohl etwas zu vertrauensselig — daß sich für sie durch das persönliche Eingreifen des Kaisers sogar ein günstiger Ausblick in die Zukunft eröffnen werde. Allein ein mißliches Geschick vergönnte es ihm nicht, die Früchte seiner aufopferungsvollen Bemühungen ausreifen zu sehen. Er,



Orville A. Derby.

der einzige Mann, dem es dank seiner echten Wissenschaftlichkeit, seiner Energie, seiner Umsicht und Lauterkeit, sowie dank seiner persönlichen Beliebtheit wohl hätte gelingen können die staatliche geologische Landesdurchforschung in Brasilien so zu fundieren, daß ihr Bestand gegen alle Wechselfälle der leidigen Politik wäre gesichert gewesen; — dieser rastlos tätige Forscher, der im Dienste der Wissenschaft zu jedem Opfer bereit war und dessen außergewöhnliches Organisationstalent, vereint mit hoher persönlicher Leistungsfähigkeit berufen schien, der geologischen Forschung in Brasilien eine in der ganzen Welt gewürdigte Heimstätte auszubauen; — dieser seltene Mann wurde in der Blüte seiner Jahre vom gelben Fieber hingerafft. Er verschied nach kaum dreitägiger Krankkeit am 18. März 1878 zu Rio de Janeiro im 38. Lebensjahre.

Mit seinem Tode schwand jede Hoffnung auf einen weiteren Bestand der Geologischen Kommission des Kaiserreiches und ein geologisches Reichs-Institut hat seit der Zeit in Brasilien, welches damals dazu freilich noch weniger als jetzt reif war, nicht mehr bestanden. Der letzte von Hartt erstattete Bericht über die Tätigkeit der Kommission für das Halbjahr vom Juli 1877 bis Januar 1878*) entrollt ein klares Bild von den in der Tat außergewöhnlichen Leistungen, auf welche die Kommission nach kurzem Bestande schon zurückblicken konnte und ist zugleich ein schätzbares Andenken an die erfolgreiche, so jäh abgebrochene Wirksamkeit ihres Leiters.

Wenn auch die Geologische Kommission von Brasilien aufgelöst wurde, so gingen doch ihre Errungenschaften nicht völlig verloren. Und daß dies zum Glück nicht geschah, wodurch namentlich in Bezug auf die Amazonasgeologie hochwichtige Beiträge der Wissenschaft erhalten blieben, ist ganz wesentlich das Verdienst von Hartts Schüler und treuem Freund und Mitarbeiter Derby, der nach dem Zusammenbruch der Kommission trotz der Einsicht, daß er viele Schwierigkeiten zu überwinden und manche Enttäuschungen zu erfahren haben werde, in Brasilien verblieb und noch gegenwärtig dort wirkt.

Orville A. Derby wurde am 23. Juli 1851 als dritter Sohn des Farmers John C. Derby auf der Besitzung seines Vaters bei Niles im Staate N. York geboren. Nach in Albany absolvierter Mittelschule bezog er die Cornell-University zu Ithaca, wo er 1873 und 1874 die akademischen Grade B. S. und M. S. erwarb. In Ithaca schloß er sich hauptsächlich an Prof. Hartt an und widmete sich gänzlich der Geologie. Wie schon oben erwähnt, war er einer der tätigsten Teilnehmer der ersten und der einzige Begleiter Hartts auf der zweiten Morgan-Expedition. Hierbei stellte er im Jahre 1870 Forschungen an am Unterlauf des Tocantins und Tapajós, sowie in der Umgebung von

*) Abgedruckt in Rathbuns oben zitiertem Nekrolog auf Hartt.

Ereré und besuchte dann auch Maranhão, Ceará und Pernambuco, wo er eine ansehnliche Sammlung der Kreidefossilien von Maria Farinha zusammenbrachte. Nach Ithaca zurückgekehrt, wurde er von Prof. Hartt zum Assistenten erwählt. Auf der zweiten Morgan-Expedition sammelte er hauptsächlich Fossilien bei Ereré und Itaituba und exkursierte auf der Insel Marajó, wo er mit viel Erfolg Ausgrabungen altindianischer Grabstätten vornahm. Nachdem er die akademischen Grade erworben, wurde er zum Instructor in geology an der Cornell-University ernannt und als solcher hielt er im Jahre 1875 in Vertretung des in Brasilien weilenden Prof. Hartt die Vorlesungen über Geologie.

Als die Geologische Kommission von Brasilien ins Leben trat, berief ihn Hartt als Assistent-Geologen nach Rio de Janeiro. In dieser Eigenschaft war Derby zunächst in Bahia und Sergipe tätig, später im Amazonasgebiet, wo er im Verein mit H. H. Smith und F. J. de Freitas neuerliche Untersuchungen in der Umgebung von Ereré, ferner am Maecurú, Trombetas und teilweise auch noch auf der Insel Marajó vornahm.

Nach der Auflassung der Geologischen Kommission verblieb O. A. Derby in Brasilien, um, wie er sich selbst äußert, die Früchte der vollbrachten großen Arbeit, welcher das teuere Leben Hartts zum Opfer gefallen war, nicht verderben und verloren gehen zu lassen. Die Aufsammlungen der Kommission waren dem Museu National in Rio de Janeiro überwiesen worden und nach einem Jahr voll Widerwärtigkeiten erzielte es Derby, daß er zum Direktor der geologischen Abteilung des Museums ernannt und ihm dadurch der unmittelbare Einfluß auf das von der Kommission hinterlassene reiche Material gesichert wurde. Seine Bemühungen gingen nun dahin, die einzelnen Kollektionen in kompetente Hände zur Bearbeitung gelangen zu lassen, was ihm, dank dem Entgegenkommen und der Einsicht des Museumsdirektors Lad. Netto, auch zum großen Teil gelang. Die wertvollen Werke von C. A. White über die Kreidefossilien der Litoralzone Brasiliens und von J. M. Clarke über die altpaläozoischen Versteinerungen des Amazonasgebietes sind auf seine Veranlassung entstanden. (Vergl. Note [21]).

Die Stellung am Museum in Rio de Janeiro hatte Derby vom Jahre 1879 bis 1891 inne, während welcher Zeit er (1886) auch mit der Leitung der topographischen und geologischen Aufnahmsarbeiten im Staate S. Paulo betraut wurde, woraus sich seine gegenwärtige Stellung als Direktor der Commissão geographica e geologica de S. Paulo entwickelte. Es ist dies dermalen das einzige staatliche Landesvermessungs-Institut in der brasilischen Föderativ-Republik, dessen Arbeiten zur Herausgabe des ersten Blattes einer Spezialkarte von S. Paulo gediehen sind, die in der Ausführung den bekannten schönen Karten des Geological Survey der Vereinigten Staaten von Nordamerka gleicht. Im allgemeinen

tritt in der Kommission die geologische Tätigkeit der topographischen gegenüber etwas zurück.

In das Amazonasgebiet ist O. A. Derby seit seinem Eintritt in den Verband des Museums in Rio de Janeiro nicht mehr zurückgekehrt. In den letzten Jahren hat er sehr wertvolle Beiträge zur geologischen Kenntnis des Staates Paraná, ferner von S. Paulo, Minas Geraës und Rio de Janeiro geliefert, wozu ihm größere Reisen, die er für eine Unternehmung im Becken des Paraná und als geologischer Beirat der Kommissionen für das Studium der Schiffbarkeit der großen Ströme São Francisco und Das Velhas ausführte, Gelegenheit boten. Zahlreiche Abhandlungen Derbys sind interessanten petrographischen Fragen gewidmet und fördern im einzelnen die geologische Kenntnis Brasiliens in bedeutsamer Weise. In Anerkennung seiner Verdienste um die Wissenschaft wurde er schon im Jahre 1885 zum Mitglied der Geolog. Society of London gewählt und 1892 mit dem Wollaston-Preise ausgezeichnet. Eine Dankespflicht, welcher sich das Museu Paraense nicht entziehen konnte, war seine Ernennung zum Ehrenmitglied dieser Anstalt (1898), in deren Boletim auch die auf das Amazonasgebiet bezüglichen wissenschaftlichen Arbeiten der ehemaligen Geologischen Kommission zur Veröffentlichung gelangten. [12]) Der unveränderte Abdruck derselben, 20 Jahre nach ihrer Niederschrift, kann in Bezug auf die Schilderungen von mancherlei rein persönlichen Reiseeindrücken sicherlich als ein Akt von literarischer Pietät den verdienten Verfassern gegenüber bezeichnet werden, ohne daß damit im geringsten der geologische Wert der Abhandlungen unterschätzt würde. Denn in der Tat sind diese Abhandlungen bezüglich einiger Gegenden das einzige, was die geologische Literatur bisher darüber aufzuweisen hatte. Auf diesen Arbeiten basieren wesentlich Derbys wertvolle übersichtliche Darstellungen der geologischen Gesamtverhältnisse von Brasilien und speziell des unteren Amazonasgebietes, [13]) sowie zum Teil eine Zusammenstellung der Carbonfossilien von den verschiedenen Amazonasfundorten. [14])

Neben Derby haben sich als Hartts Mitarbeiter namentlich Rathbun und Smith um die Amazonasgeologie große Verdienste erworben.

Richard Rathbun hat sich hauptsächlich mit paläontologischen und zoologischen Studien befaßt, welche zumeist auf die südlicheren Staaten Brasiliens Bezug haben. Aus dem Amazonasgebiete hat er die ersten Beschreibungen devonischer Versteinerungen, leider zum Teil ohne Abbildungen und daher schwierig wiedererkennbar, geliefert und sich dadurch einen historischen Anteil an der Erforschung dieser Ablagerungen gesichert. [15])

Herbert H. Smith gehört zu den tätigsten und energischsten Erforschern des Amazonasgebietes, in welchem er fast drei Jahre (1874

bis 1876) zubrachte. Zumeist mit zoologischen Aufsammlungen beschäftigt, führte er jedoch im Auftrage Hartts, dessen volles Vertrauen er genoss, auch geologische Untersuchungen aus, namentlich im Flußgebiete des Curuá, die bisher die einzigen aus diesen Gegenden geblieben sind. Seine Ergebnisse sind teils von Hartt und Derby, teils von ihm selbst literarisch verwertet worden. Eine gewisse Wichtigkeit kommt diesbezüglich seinem Werke „Brazil. The Amazons and the Coast" zu. [16])

Von den Mitgliedern der ehemaligen Geologischen Kommission hat sich an den Forschungen im Amazonasgebiet nebst den Genannten auch F. J. de Freitas beteiligt, literarisch ist er aber selbständig nicht hervorgetreten.

John C. Branner, der ebenfalls als Mitglied der Kommission in Brasilien tätig war und sich um die geologische Durchforschung von Sergipe und Alagôas, sowie der Insel Fernando de Noronha verdient gemacht hat, ist auf das Amazonasgebiet in neuerer Zeit gelegentlich allgemeiner Erörterungen (vergl. die Note S. 18) zu sprechen gekommen. Eigene Untersuchungen hat er hier aber nicht ausgeführt. Hoch anerkennenswerte Verdienste um die Erforschung des Amazonasgebietes hat sich von den Mitarbeitern Hartts ferner der brasilische Geograph und Naturforscher Ferreira Penna erworben. Dieser wirklich gelehrte Brasilier hat in Europa bis jetzt nicht die Würdigung gefunden, die ihm gebührt.

Domingos Soares Ferreira Penna wurde am 6. Juni 1818 auf einem Landhause bei Marianna im Oliveira-Distrikt des Staates Minas Geraës geboren*). Seine Schulbildung war lediglich die zu damaliger Zeit in Brasilien erreichbare; die wissenschaftliche Vertiefung erwarb er sich erst viel später als Autodidact. Als Journalist und im politischen Verwaltungsdienst führte er lange Jahre ein anscheinend unruhiges Leben. Im Jahre 1858 kam er nach Pará, welches im wahren Sinne des Wortes seine zweite Heimat wurde. Auch hier ließ ihn sein zur Unstetheit neigendes Wesen nicht einen Beruf dauernd festhalten, sondern bis zum Jahre 1870 war er in verschiedenen Stellungen bei der Regierung von Pará und Amazonas und von dieser Zeit ab als Professor der Geschichte und Geographie an der einen oder andern Mittelschule in Pará, als Vorstand der öffentlichen Bibliothek, als Direktor des Museums, hauptsächlich aber als Forschungsreisender und landeskundiger Beirat der Regierung tätig. Diesem letzteren Umstand sind seine wertvollen Berichte über die geographischen Verhältnisse verschiedener Teile des Amazonasgebietes zu verdanken, die unstreitig zu dem Besten gehören, was die brasilische Literatur diesbezüglich aufzuweisen hat. [17]) Zahlreiche Angaben zur physikalischen Geographie und Geologie des Amazonasgebietes

*) José Verissimo: D. S. Ferreira Penna. Bolet. do Mus. Par. I, p. 57.

sind in diesen Berichten enthalten und mancherlei Mitteilungen machte Penna auch mündlich Hartt und dessen Schülern, sowie anderen Spezialforschern. Auf diesen Angaben Pennas beruht betreffs der geologischen Verhältnisse mancher Gegenden die ganze heutige Kenntnis, die wir davon besitzen. Sehr zu bedauern ist, daß manche wichtige Aufsammlung, die Penna von seinen ausgedehnten Reisen heimbrachte, verloren ging, und noch mehr, daß mehrere groß angelegte Arbeiten, die er begonnen und zu welchen er schon Material zusammengetragen hatte, nicht zur Ausführung gelangten. Eine darunter sollte dem Salgado, der Litoralzone östlich von Pará, gewidmet sein. Gelegentlich der Vorstudien hierzu entdeckte Penna 1876 die fossilienreichen Ablagerungen zwischen Bragança und Salinas und sammelte dort die Versteinerungen, welche später von White bearbeitet und der Kreide zugewiesen wurden. — Als Fachgelehrter in seiner Heimat sehr geachtet und hochgeschätzt von allen fremden Forschern, welche das Amazonasgebiet betraten und die er mit seinem Wissen und seinen Erfahrungen stets bereitwilligst unterstützte, starb Dom. Ferreira Penna am 6. Januar 1888.

Ein anderer Brasilier, João Barbosa Rodrigues, ist als Botaniker und Geograph in Europa weit mehr bekannt geworden, als der ihm an ernster Wissenschaftlichkeit überlegene Penna. Zur Verbreitung und Erweiterung geographischer Kenntnisse über das Amazonasgebiet hat jedoch auch er immerhin beigetragen und bei den Befahrungen einzelner Amazonaszuflüsse hat er sich als energischer Forschungsreisender erwiesen, dessen Leistungen allerdings durch den Mangel an hinlänglicher fachlicher Bildung beeinträchtigt erscheinen. So bekunden seine spärlichen geologischen Angaben eine seltsame Verworrenheit elementarer stratigraphischer Begriffe. Indessen enthalten einige seiner Schriften [18]) doch auch manches, was dem Geologen bei entsprechender Kritik zur Auskunft und Belehrung dienen kann. Gegenwärtig ist Barbosa Rodrigues Direktor des botanischen Gartens in Rio de Janeiro.

In die Zeit der lebhafteren geographischen Durchforschung Brasiliens in den 70er Jahren fallen auch die von hohen Erfolgen gekrönten Reisen des unglücklichen Jules Crevaux. Dieser um die geographische Erforschung Südamerikas hochverdiente Mann wurde am 1. April 1847 zu Lorquin in Lothringen geboren. Als französischer Marinearzt machte er große Reisen, von welchen die sich an die Forschungen in Guyana und Columbien anschließenden Routen in Brasilien für die geologische Kenntnis der weiten Ländereien nördlich vom unteren Amazonas ebenso bedeutungsvoll, wie für die geographische Kenntnis derselben wichtig sind. [19]) Insbesondere verquerte Crevaux zweimal das Tumuc-Humac-Gebirge, dessen orographischen Charakter und Aufbau er fest-

stellte und er befuhr den Maroni, Jarý und Parú, bezüglich welcher seine Aufzeichnungen und Sammlungen fast alles geboten haben, was man zur Zeit über die geologische Beschaffenheit ihres Flußgebietes weiß. Auf einer Forschungsreise am Pilcomayo wurde Crevaux am 27. April 1882 von Indianern ermordet.

Durch die Zusammenfassung und Verarbeitung des von ihm gesammelten, auf das Amazonasgebiet bezüglichen Materiales hat sich Ch. Vélain ein dankenswertes Verdienst erworben. Er eröffnete damit die Reihe von monographischen Bearbeitungen von geologisch-paläontologischen Materialien aus dem Amazonasgebiete, welche zu den wertvollsten Beiträgen zur Fachliteratur über diesen Teil Südamerikas gehören.

Während die Arbeiten Vélains[20]) vornehmlich petrographischen Charakters sind, beziehen sich jene Monographien, zu welchen die Aufsammlungen der ehemaligen Geologischen Kommission die Materialien geliefert haben, auf paläontologische Gegenstände.

Es ist zunächst Charles A. Whites Bearbeitung der Fossilien vom Rio das Pirábas im Staate Pará, welche er, zusammen mit Versteinerungen aus Schichten von nicht ganz gleichem Alter aus einigen südlicheren Teilen Brasiliens, als der Kreide angehörig beschrieb.[21])

Und es sind ferner die ausgezeichneten Beschreibungen silurischer und devonischer Tierreste von John M. Clarke, welche für die nähere Kenntnis der altpaläozoischen Ablagerungen des Amazonasgebietes von grundlegendem Wert sind.[22]) Ihr gelehrter Verfasser hat sich damit an die Spitze der Amazonas-Paläontologen und in die Reihe der um die geologische Kenntnis Brasiliens verdientesten Forscher gestellt.

John M. Clarke wurde im Jahre 1857 zu Canandaigua im Staate New York geboren. Seine Fachbildung erwarb er hauptsächlich in Göttingen bei Prof. von Koenen, wo seine ersten Arbeiten entstanden, die durch ihre Gediegenheit schon sein hohes Talent bekunden, welches je weiter immer mehr zur Entfaltung kam. Nach Amerika zurückgekehrt, war er vorerst an verschiedenen Anstalten als Professor tätig. Seit dem Jahre 1886 steht er im geologischen Staatsdienst von New York und seine Hauptarbeiten hat er in den Schriften des Museums dieses Staates (Paleontology of the State of N. Y. und Memoirs of the State Museum) veröffentlicht. Eine Reihe von Jahren an der Seite des berühmten James Hall tätig, wurde er nach dem am 7. August 1898 erfolgten Ableben dieses greisen Forschers zu seinem Nachfolger als Professor der Paläontologie und Staats-Paläontologe an der Universität und dem Museum zu Albany ernannt, als zweifellos Berufenster zur Bekleidung dieser für die weitere Erforschung der klassisch gewordenen ausgedehnten paläozoischen Ablagerungen des Staates New York wichtigen Stellung.



John M. Clarke.

Einige zweifelhafte Pflanzenreste aus dem von der Geologischen Kommission gesammelten Material sind von W. Dawson beschrieben worden;[23]) andere Pflanzenfossilien, deren Bearbeitung er übernommen hatte, scheinen verloren gegangen zu sein.

Alle soeben hervorgehobenen paläontologischen Beiträge basieren auf den stratigraphischen und feldgeologischen Arbeiten der 70er Jahre, deren Ergebnisse in G. Steinmanns geologischer Karte von Südamerika (in H. Berghaus' Physikal. Atlas 1891; Blt. Nr. 14) in sehr vollständiger Weise zu einer guten Übersicht verarbeitet wurden. Seit Hartts Tode und dem Zerfall der Geologischen Kommission ist durch mehr als 15 Jahre in dieser Richtung im Amazonasgebiete nichts unternommen worden. Zwar haben die Forschungsreisen von K. von den Steinen, Claus, Vogel und P. von Ehrenreich manche geologische Einzelheiten vom Xingú und Araguaya-Tocantins kennen gelehrt, die sich aber hauptsächlich auf die Flußstrecken außerhalb unseres enger begrenzten Gebietes beziehen.

Den Stand der geologischen und geophysikalischen Kenntnis des Amazonas, wie er sich zu Beginn der 90er Jahre aus der Literatur ergab, hat Carl Schichtel in einer vortrefflichen Zusammenfassung[24]) dargestellt, welche für die Zukunft als eine Art abschließender Bericht vor der Eröffnung einer neuen Epoche der intensiveren geologischen Tätigkeit im Amazonasgebiete angesehen werden kann.

Diese neue Epoche wurde angebahnt durch die einer Neugründung gleichkommende Ausgestaltung des Museums zu Pará (1894) durch den um die kulturelle Hebung seiner Heimat verdienten Staatsgouverneur Dr. Lauro Sodré und die weitere Förderung des Institutes durch Lauros Nachfolger Dr. José Paes de Carvalho, wodurch der geologischen Forschung am Amazonas eine Heimstätte geschaffen wurde. Der Verfasser dieser Zeilen hat unter den beiden genannten Präsidenten als Abteilungsvorstand des Museums und als Staatsgeologe den neuen Abschnitt in der geologischen Durchforschung des Amazonasgebietes eröffnet. Eine Anzahl kleinerer Abhandlungen und die vorliegende Schrift sind das Ergebnis seiner Tätigkeit am Amazonas.[25])

Seinem Nachfolger, Karl von Kraatz-Koschlau, der am Schluß des Jahres 1899 nach Pará kam, war es leider nicht beschieden, sein Talent und seine Arbeitsfreudigkeit längere Zeit der Amazonasgeologie zu widmen. Schon am 17. Mai 1900 wurde er vom gelben Fieber hingerafft. Die geologischen Erfahrungen, welche er während eines so kurzen Aufenthaltes im Lande sammelte, konnten natürlich nicht umfassend sein; aber im Küstengebiete östlich von Pará hat er Materialien zusammengebracht, an deren Bearbeitung er voll bester Hoffnungen heranzutreten gedachte. Der jähe Tod vereitelte alle seine für die Wissenschaft viel versprechenden Pläne.[26])

Die gesteigerte politische und wissenschaftliche Aufmerksamkeit, welche Brasilien in neuester Zeit auf sich lenkt, wird zweifellos früher oder später auch zu ausgedehnteren geologischen Forschungen am Amazonasstrome führen. Mögen die Kenntnisse vom geologischen Aufbau dieses für die Zukunft wichtigen Gebietes, welche wir auf Grund der Errungenschaften des 19. Jahrhunderts und gewissermaßen als Gebahrungsabschluß desselben in übersichtlicher Darstellung zusammenzufassen unternommen haben, im neuen 20. Jahrhunderte nach allen Richtungen erweitert und vertieft werden!

Literatur.

[1]) Martius und Spix: Reise nach Brasilien. 1824—31, 3 Bde. (1)

[2]) Pöppig: Reise in Chile, Peru u. auf dem Amazonenstrome. 1827—32, erschienen 1855. (2)

[3]) Castelnau: 1843—47, Expedition dans les parties centrales de l'Amérique du Sud. 1855. (3)

[4]) Herndon und Gibbon: Exploration of the valley of the Amazon. 1853. (4)

[5]) Wallace: Travels on the Amazon and Rio Negro 1853, deutsch 1856. (5)

[6]) Kletke: Beschreibung der Reise des preufs. Prinzen Adalbert nach Brasilien 1857. (6)

[7]) Agassiz: Journey in Brazil. Boston 1866. (7)

[8]) J. M. da Silva Coutinho: L'embouchure de l'Amazone. Bull. Soc. de Géogr. XIV, pag. 321. (8)

[9]) Hartt: Geology and Physic. Geography of Brazil. 1870. (9)

[10]) Morgan Expeditions, 1870—71. Hartt: Contributions to the Geology and Physical Geography of the Lower Amazonas. The Ereré-Monte Alegre-District and the Table-Topped Hills. Bull. Buffalo Soc. Nat. Sci. I. 1874, p. 201. (10) — Rathbun: On the Devon. Brachiopoda of Ereré. Ibid. p. 236 mit 3 Taf. (11) — Hartt: Preliminary Report of the Morgan Expeditions. Report of a Reconnaissance of the Lower Tapajos. Bull. Cornell University 1874. No. 1. (12) — Derby: On the Carboniferous Brochiopoda of Itaitúba, Rio Tapajos. Ibid. No. 2, mit 9 Taf. (13) — Rathbun: Prelim. Report on the Cretaceous Lamellibranchs collected in the vicinity of Pernambuco, on the Morg. Exped. of 1870. Proc. Boston Soc. Nat. Hist. XVII, 1874, p. 241. (14). — Hartt and Rathbun: Devon. Trilobites and Mollusks of Ereré. Annal. of the Lyc. of Nat. Hist. N. Y. XI, 1875, pag. 110. (15) — Sehr interessant, wenn auch nicht ganz durchgearbeitet, ist Hartts zusammenfassender Bericht über die Ergebnisse seiner ersten Amazonasreisen, betitelt: A Geologia do Pará, welcher im Jahre 1878 an ein Tagblatt gerichtet, im Boletim do Mus. Paraense I., 1876, pag. 257, wieder abgedruckt wurde. (16)

[11]) Die wichtigsten sind: Brazilian Rock Inscriptions. Amer. Nat. V, 1875, p. 139. Mit 9 Taf. — The Ancient Indian Pottery of Marajó, Brazil. Amer. Nat., ibid. p. 259. — On the Occurence of Face-Urns in Brazil.

Amer. Nat. VI, 1872, p. 607. — Notes on the Lingoa Geral or Modern Tupí of the Amazonas. Trans. Amer. Philog. Ass. 1872. — O Mytho do Curupira. Aurora Brasileira. 1873. — The Indian Cemetery of the Gruta das Mumias, South. Minas. Geraës, Brazil. Amer. Nat. IX, 1875, p. 205. — Amazonien Tortoise Myths 1875. — Notes on the Manufacture of Pottery among Savage Races, 1875 — Nota sobre algumas Tangas de Barro cosido dos antigos indigenas da Ilha de Marajó. Archivos do Mus. Nac. do Rio de Janeiro I. 1876, p. 21. — Descripção dos objectos de pedra de origem indigena conservados no Musen National. Ibid. p. 45. — Contribuições para a etnologia do Valle do Amazonas. Ibid. VI, 1885: Os Sambaquis do Amazonas, p 1. (17)

[12]) Trabalhos restantes ineditos da Commissão Geolog. do Brazil. Boletim do Mus. Par. Vol. II, 1898: Hartt: Introducção. (18) — Derby: A ilha de Marajó. (19) — Hartt: A região de Breves. (20) — Hartt: O Rio Tocantins. (21) — Derby: Reconhecimento do Rio Maecurú (22) — Hartt: Monte Alegre e Ereré. (23) — Derby: A Serra de Maxirá. (24) — Derby: A Serra de Tajuri. (25) — Hartt: A Serra de Paranaquára. (26) — Smith: Paracary. (27) — Derby: O Rio Trombetas. (28)

[13]) O. A. Derby: Contribuições para a Geologia da Região do Baixo Amazonas, Archivos do Mus. Nation. do Rio de Janeiro Vol. II, 1877, pag. 77. — Proceed. of the Amer. Philos. Soc. 1879, pag. 155. (29) — Physikal. Geographie und Geologie von Brasilien. Aus „A geographia phys. do Brazil" von Abreu u. Cabral 1886, ins Deutsche übersetzt von E. A. Göldi in Mitteilg. d. Geogr. Gesellschaft zu Jena, Bd. V, 1886. (30)

[14]) O. A. Derby: The Amazonian Upper Carbonif. Fauna. Journ. of Geol. II. 1894, p. 480. (31)

[15]) Vergl. 11 und 15. Ferner: Rathbun: The Devonian Brachiopoda of the Prov. of Pará, Brazil. Proc. Boston Soc. Nat. Hist. 1878, p. 14. (32)

[16]) Smith: Brazil. The Amazon and the Coast. London 1880. (33) — Vergl. auch 27.

[17]) D. F. Penna: O Tocantins e o Anapú. 1864. — A Região occidental da Provincia do Pará 1869. — Noticia geral das comarcas de Gurupá e Macapá 1874. — A Ilha de Marajó. 1875. (34) — Mehrere Arbeiten sind ethnographischen Gegenständen des Amazonasgebietes gewidmet, als: Breve noticia sobre os Sambaquis do Pará. Archiv. do Museu Nac. do Rio de Janeiro. I. 1878, p. 85. (35) — Apontamentos sobre os Ceramios do Pará. Ibid. II. 1879, p. 47. — Communicações antigas entre Matto Grosso e Pará. Revista Amaz. I. 1883, p. 7. — Scenas da Cabanagem no Tocantins. Ibid. p. 113 ff. u. 157 ff. (36)

[18]) Die Relatorien über den Tapajós, Trombetas, Capim und Yamundá, sämtlich vom Jahre 1875. (37)

[19]) J. Crevaux: Voyage en Guyane. 1877. — De Cayenne aux Andes. 1880. — Voyages dans l'Amérique du Sud. 1883. (Zusammenfassung.) — Fleuves de l'Amérique du Sud. 1883. (39 Karten.) (38)

[20]) Ch. Vellain: Bull. de la Soc. géolog. de France. 1879, VII, p. 338. (39) — Ibid. 1881, IX, p. 396. (40) — Bull. de la Soc. de Géographie. 1885, p. 453. (41)

[21]) C. White: Contributions to the Paleontology of Brazil. Cretaceous Invertebrate Fossils of Sergipe, Pernambuco, Pará and Bahia. With

Portuguese Translation by O. A. Derby. Archivos do Mus. Nac. Rio de Janeiro VII, 1888. (42) Auch die einleitenden stratigraphischen Bemerkungen und der zusammenfassende Schlussabschnitt stammen von Derby.

[22]) J. M. Clarke: As Trilobitas do Gres de Ereré e Maecurú. Archivos do Mus. Nac. do Rio de Janeiro IX, 1896. (Separ. erschienen 1890.) (43) — A Fauna siluriana superior do Rio Trombetas. Ibid. X, 1899, p. 1. (44) — Molluscos devonianos do Estado do Pará, Brazil. Ibid. p. 49—174. (45) — Die beiden letzten Werke sind auch in einer blofs englischen Ausgabe als Separatum des Verfassers 1900 erschienen.

[23]) Dawson: Canadian Naturalist und Proceed. Amer. Ass. Adv. Sc. 1883. — Geolog. History of Plants. 1888. (46)

[24]) C. Schichtel: Der Amazonenstrom. Geograph. Dissertation. Strafsburg 1893. (47)

[25]) Friedr. Katzer: Beitrag zur Kenntnis des älteren Palaeozoicums im Amazonasgebiete. (Mit 3 Tafeln.) Sitzungsber. d. kgl. böhm. Gesellschaft der Wissensch. Naturw. Cl. Nr. XXIX. 1896. (48) — As camadas fossiliferas mais antigas da região Amazonica. Boletim do Museu Paraense I. 1807, p. 436. (49) — A foz do Tapajós e suas relações com a agua subterranea na região de Santarém. (Com 3 estamp.) Boletim do Museu Paraense. II. 1897, p. 78. (50) — Der strittige Golddistrikt von Brasilianisch-Guyana. (Mit 1 Kärtchen.) Oesterr. Zeitschrift f. Berg- und Hüttenwesen XLV, 1897. (51) — Das Wasser des unteren Amazonas. Sitzungsberichte der kgl. böhm. Gesellsch. d. Wissensch. Mathem. naturw. Classe. Nr. XVII, 1897. (52) — Ueber das Carbon von Itaitúba am Tapajós-Flusse in Brasilien. Neues Jahrbuch f. Mineralog., Geologie u. Palaeontol. 1897, Bd. II. (53) — Das Amazonas-Devon und seine Beziehungen zu den anderen Devongebieten der Erde. (Mit 1 Karte.) Sitzungsber. d. kgl. böhm. Gesellsch. d. Wissensch. Mathem.-naturw. Cl. Nr. XLVI, 1897, 50 S. (54) — Eine Forschungsreise nach der Insel Marajó (Amazonasmündung). Globus, LXXIII, 1898, Nr. 5, 6, 7. (55) — A Fauna devonica do Rio Maecurú e as suas relações com a fauna de outros terrenos devonicos do globo. (Mit 1 Karte.) Boletim do Museu Paraense. II. 1898, p. 204. (56) — Ein eigentümliches Manganerz des Amazonas-Gebietes. (Mit 1 Tafel.) Oesterr. Zeitschrift f. Berg- und Hüttenwesen XLVI, 1898. (57) — Die europäische Kolonisation im unteren Amazonasgebiet. Globus, LXXIII, 1898, Nr. 17. (58) — Der streitige Golddistrict von Brasilianisch-Guyana. (Mit einer Kartenskizze.) Ibid. LXXIV, 1898, Nr. 9. (59) — Relatorio resumido sobre os resultados geologicos praticos da viagem de exploração ao rio Tapajós e á região de Monte Alegre. Belém do Pará. 1898. (60) — Die Stromenge des Amazonas bei Obidos. (Mit einer Kartenskizze.) Globus, LXXIV, 1898, S. 47. (61) — Auf der Lagerstättensuche im unteren Amazonasgebiete. Oesterr. Zeitschr. f. Berg- und Hüttenwesen, XLVI, 1898. (Separat erschienen in Sarajevo, 32 S.) (62) — Silur in Brasilien. Neues Jahrb. f. Mineralogie, Geologie etc. 1899, I. Bd., p. 257. (63) — A medição geographica do Pará. Revista Brazileira, T. XVIII, fasc. 88. (64) — Über die rote Farbe von Schichtgesteinen. Neues Jahrb. f. Mineralog., Geolog. etc. 1899, Bd. II, p. 177. (Bezieht sich auf Amazonasgesteine.) (65) — Zur Geographie des Rio Tapajós. Globus, LXXVIII. Bd., 1900,

Nr. 18. (Mit 1 Karte.) (66) — Zur Ethnographie des Rio Tapajós. Globus, LXXIX. Bd., 1901, Nr. 3. (Mit zahlreichen Abbildungen.) (67) — Das Gebiet an der Mündung des Trombetas in den Amazonas. Petermanns Geogr. Mitteilungen 1901, Heft 3. (Mit 1 Karte u. 1 Textfigur.) (68) — Zur Frage der Entstehung der brasilischen Campos. Ibid. 1902, p. 190. (69)

[26]) Eine posthume Schrift, betitelt „Zwischen Ocean und Guamá" (Memorias do Mus. Paraense 1900, Nr. 2), enthält einige so sonderbare geologische Anschauungen, dafs sie in der vorliegenden Form wohl nicht hätte veröffentlicht werden können, wenn K. von Kraatz-Koschlau bis zuletzt darauf Einflufs zu nehmen vermocht hätte. (70)

Der geologische Aufbau
des
unteren Amazonasgebietes.

Am geologischen Aufbau des unteren Amazonasgebietes beteiligen sich in der Reihenfolge von den jüngsten zu den ältesten die folgenden Schichtengruppen und Systeme:

Känozoische Gruppe:	Quartär-System. Tertiär-System.
Mesozoische Gruppe:	Kreide-System.
Paläozoische Gruppe:	Carbon-System. Devon-System. Silur-System.
Archäische Gruppe:	Urschiefer- und Gneiß-System.

Wie ersichtlich, ist nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse im unteren Amazonasgebiete die mesozoische Gruppe am schwächsten vertreten: Schichten ihrer beiden älteren Systeme, der Trias und des Jura, sind dermalen im Staate Pará nicht bekannt und auch die dem jüngsten mesozoischen System, der Kreide, mit einiger Sicherheit zuzuzählenden Ablagerungen besitzen nur eine geringfügige räumliche Verbreitung. Der größte Teil jener Schichten, welche bisher zur Kreide gestellt wurden, gehört nach unserer Auffassung anderen Systemen an.

In Betreff der Oberflächenausdehnung der einzelnen Gebirgsglieder steht im unteren Amazonasgebiete die känozoische Gruppe namentlich mit ihren jungen Anschwemmungen an erster, die archäische Gruppe an zweiter Stelle. Weit verbreitet, wiewohl durch jüngere Auflagerungen im Zusammenhang vielfach unterbrochen, ist auch die paläozoische Gruppe, insbesondere das Carbon- und Devon-System.

Känozoische Gruppe.

Quartärsystem.

Die Ablagerungen beider Stockwerke dieses Systemes sind im unteren Amazonasgebiet derart miteinander verknüpft, daß nach dem heutigen

Stande unserer Kenntnisse eine strenge Scheidung des Alluviums vom Diluvium nicht konsequent durchgeführt werden kann. Die Entstehungsursachen der analogen Gebilde beider Formationen sind dieselben, nur dem Alter nach sind sie verschieden und da bei der beständigen kolossalen Erosionstätigkeit der strömenden Gewässer des Gebietes eine ununterbrochene Umlagerung der Anschwemmungen stattfindet, entstehen innerhalb der Grenze der gegenwärtigen Überflutungen neben den Relikten alter Ablagerungen ganz jugendliche Aufschüttungen, welche beide voneinander ohne eingehende Untersuchungen, die in den meisten Fällen kaum durchführbar sind, sehr schwer oder gar nicht zu unterscheiden sind. Man muß in diesen Fällen, wenigstens vorläufig, auf eine Trennung des Alluviums vom Diluvium verzichten.

Die Ablagerungen beider Stockwerke sind im unteren Amazonasgebiete zwar von recht verschiedener Art, aber im Grunde nur dreierlei Ursprunges, nämlich chemischen, wie z. B. Niederschläge aus Quellen und Zersetzungsprodukte, mechanischen, welche entweder Flut- oder Stauwasser-Ablagerungen oder äolische Gebilde sind, und organischen, nämlich Anhäufungen tierischer und pflanzlicher Überreste. Sonstige quartäre Bildungen, welche in vielen anderen Gebieten eine große Rolle spielen, wie Gletschererzeugnisse und vulkanische Bildungen, sind im unteren Amazonasgebiete unbekannt.

Wenn wir in den folgenden Darlegungen die recenten von den diluvialen Bildungen auch nicht streng getrennt halten können, so soll doch bei der Einzelbeschreibung im allgemeinen die Reihenfolge von den jüngsten zu den ältesten eingehalten werden. Bei der wichtigen Rolle, welche die Gewässer des unteren Amazonasgebietes in der Entstehungsgeschichte der Quartärbildungen spielen, ist es zunächst erforderlich, dieselben in ihrer gegenwärtigen geologischen Wirksamkeit und in ihrer Beschaffenheit einigermaßen kennen zu lernen.

Abtragung und Aufschüttung. Terra firme, Varzea und Igapó.

Der Amazonas ist der wasserreichste Strom der Erde. Die Stromenge von Obidos, deren Breite 1890 m und größte Tiefe 83 m beträgt, passieren pro Sekunde mindestens 100 000 kbm Wasser. Durch die Enge geht aber nicht die gesamte Wassermenge des Amazonas, sondern ein, zur Trockenzeit allerdings geringfügiger, Teil zieht von Parintins nördlich an der Serra do Balaio vorbei über den großen See von Villa Franca zur Mündung des Tapajós. Dieser letztere Fluß führt dem Amazonas mindestens 3000 Sek.-kbm Wasser zu, der Xingú kaum weniger, die nördlichen Hauptzuflüsse unterhalb Obidos: Parú und Jarý zusammen ebenfalls etwa 3000 kbm und alle übrigen Zuflüsse bis zur Gabelung an der Westseite von Marajó mindestens 5000 Sek.-kbm., so daß die gesamte Wassermenge des Amazonas unmittelbar vor seiner Verzweigung

zwischen Almeirim und Gurupá bei Mittelwasserstand rund 120 000 Sek.-kbm beträgt. Bei Hochwasser aber kann sie sich vervielfachen.

Dazu kommt ferner noch das gewaltige Wasserquantum, welches der Tocantins und die Flüsse zwischen ihm und dem Xingú einerseits und dem Guajará anderseits dem südlichen Mündungsarm des Amazonas zuführen. Dieser ungeheueren Wassermenge gegenüber treten alle übrigen wasserreichsten Ströme der Welt weit zurück*) und mit Recht bezeichnen die Paraenser den Amazonas als Rio-mar, d. h. das Flußmeer. Ebenso zutreffend wird er Strom der tausend Inseln genannt. Denn seine unübersehbare Wasserfläche ist bedeckt mit Inseln, von welchen immer eine hinter der anderen auftaucht und den Horizont begrenzt. Steht man auf einem Ufer auf Festland (terra firme), so ist das oft in großer Entfernung gegenüberliegende scheinbare Ufer nur eine Anschwemmungsinsel, hinter welcher abermals andere Inseln liegen, so daß von der Mündung bis herauf nach Obidos der Amazonas nirgends in seiner ganzen Breite übersehen werden kann. Und selbst in der Enge von Obidos wird das südliche Ufer eigentlich auch nur von einer Festlandsinsel gebildet.

Die ungeheueren Wassermassen des unteren Amazonas und seiner großen Zuflüsse, von welchen der Tocantins der Donau nahe kommt, der Xingú, Tapajós und Trombetas den Rhein an Größe übertreffen, leisten naturgemäß eine riesige geologische Arbeit, die teils in Abtragung, teils in Aufschüttung beruht.

Die Abtragung am Grunde der Flußbetten, die bei der rollenden Bewegung und der durch die wechselnden Geschwindigkeiten bedingten großen lokalen Stoßkraft der gewaltigen Wassermengen sicher sehr bedeutend ist, entgeht der direkten Beobachtung und bekundet sich nur bei Tiefenmessungen durch die absonderlich zerwühlte Gestaltung des Stromgrundes, insbesondere durch die ausgekolkten tiefen Löcher und Wannen. So z. B. besteht etwa 150 m vom Porto de cima in Obidos am Grunde des Amazonasbettes eine gegen die Umgebung um etwa 30 m vertiefte Grube von 400 m Durchmesser und der ganze Boden des Strombettes ist mit kesselartigen Austiefungen bedeckt (L. 61)**). Auch der Boden des Tapajósbettes ist außerordentlich uneben (L. 66) und dasselbe dürfte vom Grunde des Bettes der übrigen großen Ströme gelten, wo gedrängtere Tiefenmessungen bis jetzt nicht vorgenommen wurden.

Viel auffallender und in ihren einzelnen Erscheinungen großartiger ist die Seitenerosion des unteren Amazonas und seiner Zuflüsse. Es ist namentlich das steigende und das sinkende Wasser, welches durch

---

*) So beträgt vergleichsweise die mittlere Wassermenge des Jantse-kiang 21810, des La Plata 19820, des Mississippi 17500, der Donau 8502 Sek.-kbm.

**) Diese Zahlen verweisen auf das Literaturverzeichnis S. 31 u. f.

seine Brandung und seinen unregelmäßigen Wellenschlag bedeutende Uferabtragungen bewirkt. Das zur Hochflut ansteigende Wasser reißt ein, was das zum Tiefstand sinkende Wasser unterwühlt hatte, und dieser Jahr für Jahr beständig abwechselnden vernichtenden Tätigkeit fallen ausgedehnte Uferstrecken zum Opfer. Für die kleinen Fahrzeuge, welche sich behufs Vermeidung der starken Strömung nahe beim Ufer zu halten pflegen, sind diese Strandabstürze der sog. terras cahidas nicht ungefährlich und werden zuweilen selbst katastrophenartig. Besonders viel hatte die Strandzone von Prainha unter diesen Erscheinungen zu leiden. Bei der gewaltigen Hochflut des Amazonas im Jahre 1874, an welche sich noch jetzt die Leute mit Entsetzen erinnern, stürzte „ein ganzer Hügel“ am Westende des Ortes mit donnerähnlichem Getöse in die Fluten, wodurch sich die Uferlandschaft derart veränderte, daß die Schiffspiloten die gewohnten Orientierungsanhalte verloren und sich lange nicht zurechtfinden konnten. Manches Jahr wurden durch die Uferbrüche auch Häuser zum Einsturz gebracht und der Ort war immer gefährdet, ehe das Ufer durch eine Quaimauer vor der weiteren Unterspülung geschützt wurde.

Ähnliche Erosionserscheinungen machen sich auch an allen Nebenflüssen des Amazonas geltend und werden hier namentlich durch zwei Umstände wesentlich beeinflußt: Erstens durch den Rückstau des Wassers während der Flut, die am Amazonas, wie schon oben bemerkt wurde, bis herauf nach Obidos zu merken ist, aber natürlich je näher zur Mündung desto kräftiger wirkt und im Mündungsstück der Zuflüsse durch die Hineinpressung großer Wassermengen die Grunderosion zwar hemmt, aber die Seitenerosion gewaltig unterstützt, wodurch die unverhältnismäßig ausgeweiteten Trompetenmündungen der Zuflüsse entstehen; und zweitens durch den bedeutenden Unterschied der geologischen Beschaffenheit des Berggebietes und Talgebietes der Zuflüsse.

Das Berggebiet ist aus festen Felsen von wechselnder Härte aufgebaut, wodurch die verschiedenartige Gestaltung und Unregelmäßigkeit des Bodens und der Gesamtform des Tales bedingt wird, während das Talgebiet aus aufgeschwemmtem, selten stark verhärtetem Gestein besteht, in dessen Bereich der Grad der Erosion in erster Linie von der mechanischen Kraft des Wassers abhängt. Der Übergang von einem Gebiet zum anderen wird immer durch Stromschnellen und Wasserfälle bezeichnet, über welche das Wasser herabstürzt, um unterhalb der letzten Staffel seine größte Erosionswirksamkeit zu entfalten. Während im Berggebiet die Täler enge, zuweilen selbst klammartig in anstehenden Fels eingeschnitten sind, dehnen sich die Flüsse im Talgebiet meist sehr rasch in die Breite aus und bewegen sich in flachen Furchen, die zu beiden Seiten von Anschwemmungsebenen begleitet werden, deren Breite

hauptsächlich von der Ausdehnung der Flüsse bei Hochwasserstand abhängt. Bei den großen Strömen Tocantins, Xingú, Tapajós, Trombetas, wiederholt sich in der Talgestaltung der Charakter des Tal- und Berggebietes von der Mündung aufwärts mehrmals. Der Lauf der kleineren Zuflüsse hat nur ein Tal- und ein Berggebiet, welche dem Begriff des Unter- und Oberlaufes entsprechen. Im Talgebiet sind alle größeren Amazonaszuflüsse für Dampfer schiffbar. Bei den südlichen Nebenflüssen reicht das Talgebiet — der Unterlauf — verhältnismäßig höher hinauf als bei den nördlichen, bei allen aber wächst es beständig auf Kosten des Berggebietes.

Ebenso vielfältig und bedeutend wie die Erosion ist die aufschüttende Tätigkeit des unteren Amazonas und seiner Zuflüsse. Von oben herab bringt der Riesenstrom ausser vielleicht am Grunde, wo bei Lotungen zuweilen größere Geschiebe gefunden werden, die aber auch dem Grunde selbst entstammen, oder dort gebildet worden sein können (Eisen-, Manganknollen), wohl nur ganz feinen Gesteinsdetritus im Wasser suspendiert mit. Aber die von der lokalen Seitenerosion herstammenden und von den Zuflüssen zugeführten groben Sinkstoffe werden an Stellen geringer Strömung, oder dort wo sie auf einen Widerstand stoßen, namentlich auf Erhebungen des Flußgrundes, abgelagert, ehe sie eine weitgehende Zermalmung erfahren können. So entstehen zuweilen mitten im Strome, häufiger an den Rändern, wo die Strömung an sich geringer ist, Untiefen, an welchen die vom Flusse mitgeführten, durch Strandeinstürze in ihn gelangten Baumstämme und schwimmenden Grasflächen haften bleiben und den Grund zu neuen Inseln legen. Durch weitere Anhäufungen von Gesteinsdetritus vergrößern sich dieselben, zum Gras gesellen sich zunächst verschiedene Wasserpflanzen, namentlich die großblättrige Aninga, bald auch die ersten Bäume und in wenigen Jahren sind bei der erstaunlichen Üppigkeit des Pflanzenwuchses im Amazonasgebiet die neuen Inseln äußerlich von den alten kaum mehr zu unterscheiden. Freilich die Zusammensetzung des jungen Inselwaldes bleibt von jener des Waldbestandes auf den älteren Inseln noch lange verschieden. Es hängt dies hauptsächlich vom gegenseitigen Niveauverhältnis zwischen dem angeschwemmten Land und dem Wasser ab. Denn so lange die junge Anschwemmungsinsel sich nicht über das Niveau des Niederwassers erhebt und daher auch in der trockensten Jahreszeit überschwemmt oder versumpft bleibt, — so lange ist ihre Vegetation natürlich eine andere, als später, wenn sie durch die bei Hochfluten zuweilen besonders ausgiebige Aufschüttung so angestiegen ist, daß sie auch schon bei Mittelwasser, somit die längste Zeit des Jahres, trocken liegt. Was für die neu entstandenen Inseln gilt, gilt in noch größerer Ausdehnung von den Neulandbildungen entlang der Ufer, welche ebenfalls entweder zumeist oder zeitweilig überschwemmt bleiben können. Am Amazonas

und seinen Zuflüssen werden diese beiden durch ihre relative Höhenlage, keineswegs aber auch immer durch ihr Alter verschiedenen Landbildungen als Igapó und Varzea (Vargem) unterschieden, während das niemals der Überschwemmung ausgesetzte Festland Terra firme genannt wird.

Diese drei Begriffe der Terra firme, d. h. des trockenen Festlandes, der Varzea, d. h. des zeitweilig überschwemmten und des Igapó, d. h. des zumeist überschwemmten und versumpften Landes sind für den unteren (und mittleren) Amazonas und seine Zuflüsse von besonderer Wichtigkeit, weil sie bei richtiger Unterscheidung und Anwendung die Beschaffenheit des Uferlandes und der Inseln ohne weitere Auseinandersetzungen völlig klar charakterisieren.

Alle drei Landausbildungen sind das Ergebnis teils der Abtragung, teils der Aufschüttung. Die Terra firme besteht entweder aus Gesteinsschichten älterer Formationen, was an den Nebenflüssen häufig genug, am unteren Amazonas selbst aber nirgends der Fall ist; oder aus tertiären und diluvialen Anschwemmungen, die bis 50 m über das gegenwärtige Flußniveau aufragen. Diese Gesteine werden verhältnismässig leicht unterspült und abgetragen. In Flußschleifen bilden sich auf der konkaven Seite Steilufer, auf der konvexen Flachufer aus. Sind die letzteren so niedrig, dass sie die Hochflut überschwemmt, dann werden sie zu Varzealand. Die Wassermassen des Stromes drängen und pressen in ihrer Strömungsrichtung gegen das konkave Steilufer und dringen mit Kraft in alle Einbuchtungen, Lücken und Talrisse desselben ein. Senkt sich das Terrain vom Steilufer landeinwärts, so können solche Senken jenseits des Uferwalles vom Hochwasser überflutet werden. Auch sie werden Varzea. Schweifen sich die Flußschleifen so stark aus, daß die inneren Äste nahe zu einander kommen, dann kann es geschehen, daß die Scheide zwischen beiden durchbrochen wird und der Fluß sich gabelt. Er umfaßt nun eine Insel, die, wenn sie nicht hinlänglich bestockt ist, vom reißenden Hochwasser so stark abradiert werden kann, daß sie, obwohl ursprünglich Terra firme-Insel, zur Varzea-Insel werden, oder sich gar zu Igapó umwandeln kann.

Verläßt der Fluß jedoch völlig sein ursprüngliches Bett und wälzt er sich ganz durch den neuen Durchriß, dann wird sich dieser mehr und mehr vertiefen, während das alte Bett versandet. Im Anfang wird aber der alte Lauf immer noch teilweise vom Wasser bedeckt bleiben und versumpfen, d. h. er wird zum Igapó. Wird er jedoch derart vertragen, daß er nur noch von der Hochflut überschwemmt werden kann, so wird er zur Varzea.

Diese Beispiele der Umbildung von Festland in Überflutungs- und Sumpfland zeigen, daß es irrig ist, Terra firme, Varzea und Igapó lediglich als drei Altersstufen des Amazonasalluviums charakterisieren zu wollen, wie es so vielfach geschieht. Nicht das relative

Alter ist für die drei Begriffe, wie sie am Amazonas selbst verstanden werden, ausschlaggebend, sondern, wie nochmals betont sei, nur die Höhenlage dieser Landbildungen, bezw. die Art und Dauer ihrer Überflutungen. Allerdings müssen, was ja nur natürlich ist, junge Aufschüttungen am meisten von den Überschwemmungen beeinflußt werden. Das jüngste Schwemmland wird daher meist Igapó, das ältere Varzea sein, allenfalls häufiger als Erosionsrelikte ehemaliger Terra firme, aber es ist unzulässig diesen häufigsten Fall so verallgemeinern zu wollen, als ob kein anderer denkbar wäre.

Ebenso ist es nur natürlich, daß die Terra firme verhältnismäßig selten bis an den Fluß herantritt, sondern meistens mehr minder entfernt von ihm hinziehend, eigentlich nur die Breite des Hochfluttales bezeichnet, während das gewöhnliche Ufer und die allermeisten Inseln von Varzea und Igapó gebildet werden. An Flußschlingen pflegt die konkave Seite von Varzea, die konvexe von Igapó begleitet zu sein, doch gibt es auch viele Ausnahmen. Zwischen Igapó und Varzea einerseits und zwischen Varzea und Terra firme andererseits bestehen nicht selten Übergänge, indem hohes Igapó sich der Varzea nähert und hohe Varzea in Terra firme übergeht. Damit ändert sich auch kenntlich die Vegetation*). Im Flutbereiche des Küstengebietes entspricht dem Igapó der Mangrovesaum (Mangal und Ciriubal), dessen Versumpfung durch Salzwasser bewirkt wird, wovon auch das Gedeihen des Mangrovewaldes abhängt. Im Binnenland werden versumpfte Niederungen, auf welchen sich zur Regenzeit Wasser ansammelt und die daher auch in der Trockenzeit mehr minder lang versumpft bleiben, vielfach ebenfalls Igapó, oder Baixas (Tiefungen) genannt. Dieser Igapó ist jedoch genetisch und demzufolge auch in seinem Pflanzenwuchs vom wahren Fluss-Igapó gänzlich verschieden und darf mit ihm nicht zusammengeworfen werden. Seinem Wesen nach ist es eigentlich eine Hochvarzea.

Durch die Neubildung von Inseln, durch einseitigen Absatz der Sinkstoffe, oder durch völlige Verschlammung kann ein Flußlauf verschoben, oder in ein ganz neues Bett gedrängt werden, was insbesondere zur Zeit der Hochfluten geschieht, wenn der verstopfte Flußkanal die ungeheuer vergrößerte Wassermenge nicht zu fassen vermag und diese mit unwiderstehlicher Kraft sich ein neues Bett auswühlt. Ist dieses tief genug, so wird es auch bei sinkendem Stand die Hauptmenge des Wassers ableiten, während durch das alte Bett ein nur geringer Teil hindurchgeht; oder umgekehrt der Hauptstrom bleibt dann im alten Bett

*) Der niedere Igapó wird vornehmlich von Schilfgräsern der großblättrigen Aninga und Embauba eingenommen, der höhere Igapó vom Gummibaum bevorzugt. Der Kakao und viele Palmen sind bezeichnende Varzeabäume, während die Terra firme den hohen Urwald trägt.

und nur ein Teil der Wassermenge benützt den neuen Kanal. So entstehen neben Altwasserrinnen die zahlreichen neuen Abzweigungen und Seitenarme, welche sowohl den Amazonas, als auch seine Zuflüsse im Unterlauf begleiten. Jeder derartige, oft sehr breite und tiefe Flußarm wird Paraná oder Paraná mirim genannt, wobei sich das Verkleinerungsbeiwort (mirim, klein) oft mehr auf die sekundäre Entstehung als auf die Dimensionen des Paraná bezieht. Häufig erweitern sich die Paranás zu Seen (Lagos), welche auch an den Flußmündungen durch Verlegung derselben entstehen können, oder entlang der Flüsse dadurch, daß, wie am Trombetas (L. 68), durch wallartige, dem Stromstrich parallele Aufschüttung der Sinkstoffe der Abfluß des Hochwassers in das Hauptbett verhindert wird. Kleine Kanäle, welche die Seen untereinander, oder mit den Paranás, oder diese miteinander, oder mit dem Hauptstrom verbinden, heißen Furos (unrichtig manchmal auch Igarapés, d. i. Bäche). Die zahllosen Paranás, Lagos und Furos, welche den Amazonas und alle seine Zuflüsse im Unterlaufe begleiten und unzählige Inseln einschließen, bilden ein Netzwerk von Wasser und Land, wie es in solcher Ausdehnung und Mannigfaltigkeit wohl bei keinem anderen Stromsysteme der Welt anzutreffen ist. Dieses erstaunliche Gewirre von Inseln, Kanälen, Seen und Altwassern zu beiden Seiten der Ströme ist die charakteristischste Eigenheit im Verbreitungsgebiet des Quartärsystems am untern Amazonas.

Das Wasser des unteren Amazonas und seiner Zuflüsse.

Bis vor kurzem wußte man über die Beschaffenheit des Amazonaswassers fast gar nichts. Erst durch die Forschungen der letzten Zeit (L. 52) ist erwiesen worden, daß das Wasser des Riesenstromes in chemischer Beziehung von außerordentlicher Reinheit ist. Dasselbe gilt, zum Teil in noch höherem Maße, von seinen Nebenflüssen, soweit sie daraufhin untersucht wurden, so daß in der Tat die Ströme und Flüsse des unteren Amazonasgebietes zu den reinsten Gewässern der Welt gehören.

Die auf S. 45 stehende Tabelle gibt Aufschluß über die chemische Beschaffenheit einiger dieser Wässer.

Die Wasserproben aus dem Amazonas wurden in der Stromenge von Obidos aus verschiedenen Tiefen geschöpft, nämlich I in etwa 26 m Tiefe, II etwa 0.5 m unter der Oberfläche. Alle übrigen Wasserproben wurden in den betreffenden Flüssen zwischen 0.5 und 1 m Tiefe entnommen und zwar: III im Paraná mirim, d. h. dem Mündungsarm des Gurupatúba (Maecurú) in den Amazonas bei Monte Alegre; IV im Maecurú nahe der Abzweigung des Igarapé de Paituna, V im Xingú etwas oberhalb Porto de Moz, VI im Tapajós bei Itaituba, VII im Itapacurá mirim einige Kilometer von der Mündung in den Tapajós auf-

wärts. Die letzten drei sind sogen. Schwarzwasserflüsse, deren Wasser sehr klar und im auffallenden Lichte dunkel olivengrün ist, während die ersten drei sogen. weißes, d. h. von suspendierten lehmigen Bestandteilen schmutzig gelbrot gefärbtes Wasser führen. Die meisten Seitengewässer des unteren Amazonas besitzen ein äußerst klares Wasser, von den großen Strömen nebst den genannten namentlich auch der Tocantins und der Nhamundá, von den kleinen Zuflüssen insbesondere die Bäche des Maecurú- und Curuágebietes und jene des Plateaus südlich von Santarém.

Zusammensetzung. 1 l Wasser enthielt in Gramm:	I Amazonas	II Amazonas	III Paraná mirim	IV Maecurú	V Xingú	VI Tapajós	VII Itapacurá mirim
Gelöste Bestandteile:							
Kieselsäure	0.0094	0.0122	0.0088	0.0192	0.0096	0.0092	0.0090
Tonerde u. Eisenoxyd . .	0.0036	0.0062	0.0095	0.0066	0.0039	0.0028	0.0068
Kalksulphat	0.0011	0.0013	0.0034	0.0032	0.0068	0.0040	0.0085
Kohlensaurer Kalk . . .	0.0114	0.0146	0.0210	0.0106	0.0129	0.0132	0.0192
Kohlensaure Magnesia . .	0.0022	0.0015	0.0020	0.0024	0.0062	0.0048	0.0045
Chlorkalium	0.0030	0.0040	nicht bestimmt	nicht bestimmt	0.0036	0.0026	nicht bestimmt
Chlornatrium	0.0023	0.0058			0.0024	0.0017	
Organische Substanz . . .	0.0057	0.0089	0.0063	0.0058	0.0118	0.0122	0.0116
Abdampfrückstand des filtrierten Wassers bei 110° C. .	0.0390	0.0545	0.0597	0.0526	0.0572	0.0505	0.0641
Suspendierte Bestandteile . .	0.1004	0.1966	0.2120	0.1963	0.0875	0.0912	0.2916
Nach dem Ausglühen verblieben	0.0632	0.1352	0.1112	0.0996	0.0312	0.0284	0.1884
Suspendierte organische Substanz	0.0372	0.0614	0.1008	0.0967	0.0563	0.0628	0.1032
Gesamte organische Substanz	0.0429	0.0703	0.1071	0.1025	0.0681	0.0750	0.1158

Wie die Tabelle zeigt, bleibt die Menge der im Wasser gelösten Bestandteile hinter der Menge der suspendierten mechanischen Beimengungen mehr oder minder stark zurück. Dies gilt, so weit bekannt, von allen großen Flüssen, während das Wasser mancher kleinen Bäche noch weniger suspendierte oder gelöste Bestandteile enthält und von erstaunlicher Reinheit ist. Ein seiner relativen Menge wegen sehr bezeichnender Hauptbestandteil aller Wässer ist die Kieselsäure, welche zuweilen selbst den Kalkgehalt übersteigt (IV). Bei den Schwarzwässern ist auch organische Substanz in auffallender Menge vorhanden, was die Annahme bestätigen würde, daß diese Wässer ihre Färbung und eigentümliche Fluorescens dem Halt an gelösten organischen Stoffen verdanken.

Die abfiltrierbaren suspendierten mechanischen Beimengungen bestehen im Amazonaswasser aus feinem lehmigen Schlamm und winzigen Mineralkörnchen, hauptsächlich Quarz, sowie aus abgestorbener organischer, vornehmlich vegetabilischer Substanz. Panzer kleiner Diatomeen sind darunter relativ häufig. Aehnlich beschaffen ist das Schwebegut auch im Wasser der anderen Flüsse, nur waren im Filtrierrückstand des

Xingú- und Tapajóswassers grüne Algen und im Paraná mirim von Monte Alegre und im Itapacurá-mirim lehmige und mineralische Bestandteile reichlicher vertreten als in den übrigen Wässern. Diatomeenpanzerchen fehlen in keiner Probe, ohne jedoch irgendwie hervorzutreten, im Gegensatz zu dem Mischwasser an der Mündung des Amazonas in den Atlantischen Ozean, in dessen Schwebegut Diatomeen, besonders jene vom Trommeltypus (Coscinodiscus), den auffallendsten Anteil bilden.

Wegen des geringfügigen Haltes der Wässer an gelösten Bestandteilen kann die geologische Bedeutung der chemischen Niederschläge aus den fließenden Gewässern des unteren Amazonasgebietes keine nennenswerte sein. Von Wichtigkeit sind dagegen die Schwebestoffe, die teilweise schon an stagnierenden Stellen der Flußläufe, insbesondere aber im Mündungsbereiche des Amazonas zum Absatz gelangen und mit der Zeit gewaltige Aufschüttungen bewirken können.

Es ist berechnet worden, daß der Amazonas Jahr für Jahr im Mittel 618 155 000 t gelöster und suspendierter Bestandteile durch die Stromenge von Obidos hindurchleitet, von welcher ungeheueren Menge man sich am besten eine Vorstellung machen kann, wenn man sie auf Waggonladungen umrechnet. Um alle diese Stoffe mit der Eisenbahn fortschaffen zu können, wären täglich 5645 Lastzüge mit je 30 Waggons zu 10 t (100 m-Zentner) erforderlich, d. h. es müßten Tag und Nacht ohne Unterbrechung jede Minute vier Lastzüge abgelassen werden. Unterhalb Obidos vergrößert sich aber die Wassermasse des Amazonas noch bedeutend (vergl. S. 38), so daß ohne Übertreibung die Menge des Schwebegutes, welches der Riesenstrom jährlich zum Transport bringt und zumeist dem Ozean zuführt, auf 1000 Millionen Tonnen veranschlagt werden kann. Dieses ungeheuere Quantum verteilt sich allerdings auf eine so kolossale Wassermenge, daß im Durchschnitt der Gehalt an Schwebestoffen im Amazonas nicht erheblich größer, ja zum Teil geringer ist als in anderen großen Strömen der Erde.

Die Mischung des Amazonaswassers mit dem Meerwasser im Mündungsbereiche scheint eine Beschleunigung des Niederschlages der Schwebestoffe zu bewirken. Das Salzwasser macht bei Flut seinen Einfluß bis über Breves hinaus, d. i. rund 200 km von der Mündung aufwärts, noch geltend, es herrscht aber in der ganzen weiten Amazonasmündung im Mischwasser über den Süßwasseranteil niemals anhaltend vor. Bei Ebbe ist der Anteil des Meerwassers selbst in der äußeren Mündung viel geringer als bei Flut noch recht tief im Innern des Mündungstrichters. Der Einfluß der ungeheueren Süßwassermassen des Amazonas ist im Atlantischen Ozean vor der Mündung bis weit hinaus zu merken, da z. B. bei Ebbe das Mischwasser noch mehrere Kilometer östlich vom Kap Magoarý auf Marajó $^3/_4$ Süßwasser auf $^1/_4$ Seewasser enthält. Der Salz-

gehalt im Mischwasser der Amazonas-Tocantins-Mündung ist anscheinend höher als in den Amazonasmündungen zwischen Marajó und dem guyanischen Festland, was auf das Hereinschlagen einer Fahne von Meerwasser in die Bai von Marajó zurückzuführen sein dürfte.

Das Wasser einiger Lagunen, Seen und Quellen.

Bei Hochwasserstand erlangen der Amazonas und alle seine größeren Zuflüsse eine ungeheuere Ausdehnung, und wenn dann in der Trockenzeit die Gewässer zu sinken beginnen, verbleiben entlang der Flußläufe in großer Anzahl Seen und Lagunen, die mangels einer weiteren Wasserzufuhr und infolge der starken Verdunstung mehr und mehr einschrumpfen und schließlich ganz austrocknen können.

Das Wasser dieser Überschwemmungsseen ist ursprünglich selbstverständlich von derselben Beschaffenheit wie das Wasser des betreffenden Stromes. Durch die Verdunstung wird es jedoch schließlich zu einer konzentrierten Lösung, aus welcher sich die einzelnen Bestandteile nach Maßgabe der chemischen Lösungsgesetze successive ausscheiden, wodurch sich das Wasser des einschrumpfenden Sees wie eine Mutterlauge in seiner Zusammensetzung beständig verändert. Die chemischen Niederschläge aus diesen Seen und Lagunen werden sich am Boden der seichten Becken anhäufen und entweder für sich ein Sediment bilden oder doch das aus dem gleichzeitig stattfindenden Absatz des Schwebegutes resultierende Sediment in seiner Beschaffenheit stofflich mehr oder minder beeinflussen. Detailierte Studien über die einzelnen Phasen dieses Vorganges liegen nicht vor, jedoch ist leicht einzusehen, dass z. B. die Kieselsäure oder die kohlensaueren Verbindungen das mechanische Sediment in seiner chemischen Zusammensetzung verändern müssen; daß die in den austrocknenden Tümpeln absterbenden Organismen je nach ihrer lokalen Anhäufung im Sediment bituminöse Schlieren erzeugen können; daß die zur Ausscheidung gelangenden Eisenverbindungen insbesondere auf die Farbe des Sedimentes bestimmend einwirken werden, usw. Namentlich die letztere Tatsache ist von bemerkenswerter Wichtigkeit aus Gründen, die weiter unten näher dargelegt werden sollen. Während von den strömenden Gewässern oben bemerkt werden mußte, daß sie kaum beachtenswerte chemische Niederschläge bilden können, kommt im Gegenteil den chemischen Absätzen aus den stagnierenden Gewässern des unteren Amazonasgebietes eine nicht zu unterschätzende Bedeutung zu.

Analoge Vorgänge, wie bei den Inundationsseen und Lagunen der Uferebenen der Flüsse, müssen auch bei den Seen und Lagunen der Hochplateaus stattfinden, deren Umfang sich während der Trockenzeit ebenfalls sehr einengt, oder die auch vollkommen eintrocknen. Daß die Entstehung dieser Seen eine ganz verschiedene ist, kommt dabei nicht in Betracht.

Dasselbe gilt bis zu einem gewissen Grade auch von den Grundwasserseen des unteren Amazonasgebietes, die ohne oberflächlichen Zufluß und Abfluß sind und sich füllen, wenn der Amazonas seinem Hochwasserstand zustrebt, und austrocknen, wenn er auf seinen Tiefstand sinkt.

Endlich ist zu bemerken, daß ähnlich wie die Sedimente am Boden von Tümpeln, sicherlich auch die wasserdurchtränkten, und durch das Absinken der Ströme succesive austrocknenden Gesteine der Uferwände durch die chemischen Ausscheidungen aus dem verdunstenden Wasser beeinflußt werden.

Die folgende Tabelle enthält Analysen des Wassers einiger Seen.

Zusammensetzung. 1 l des Wassers enthielt in Gramm:	I Lago de Pauxis	II Lago de Pira-canan	III Lago Pao-Juçára	IV Lago da Andre-nóia	V Lago das Pindobas	VI Lago Tapeira
Gelöste Bestandteile:						
Kieselsäure	0.0186	0.0112	0.0092	0.0080	0.0063	0.0058
Tonerde und Eisenoxyd .	0.0090	0.0030	0.0126	0.0076	0.0092	0.0120
Schwefelsaurer Kalk . .	0.0018	0.0049	0.0098	0.0138	0.0510	0.0496
Schwefelsaure Magnesia .	—	—	—	0.0307	0.0912	0.1030
Kohlensaurer Kalk . . .	0.0175	0.0272	0.0135	—	—	—
Kohlensaure Magnesia. .	0.0036	0.0047	0.0028	—	—	—
Chlormagnesium	nicht	nicht	nicht	0.0108	0.2816	0.2844
Chlorkalium	be-	be-	be-	0.1598*)	0.0570*)	0.0688*)
Chlornatrium	stimmt	stimmt	stimmt		1.3516*)	1.4065*)
Organische Substanz . .	0.0119	0.0185	0.0097	0.0163	0.0218	0.0224
Abdampfrückstand des filtrierten Wassers bei 110° C.	0.0692	0.0764	0.0649	0.2470	1.8697	1.9525
Suspendierte Bestandteile .	0.2966	0.8055	0.1520	0.7122	0.9470	0.9025
Nach dem Ausglühen verblieben	0.1242	0.3166	0.0936	0.2028	0.2016	0.1970
Suspendierte organische Substanz	0.1724	0.4889	0.0584	0.5094	0.7454	0.7055
Gesamte organische Substanz	0.1843	0.5074	0.0681	0.5257	0.7672	0.7279

Die Wasserproben I und II entstammen Seen, die mit Flüssen im Zusammenhang stehen; Pao Juçára ist ein Quellenbecken und die letzten drei Wasserproben sind aus Grundwassertümpeln geschöpft.

Der Lago de Pauxis (I) östlich bei Obidos, zwischen der Anhöhe, auf welcher die Stadt liegt, und der Serra da Escama, ist ein See von dreizackiger Form, welcher mit dem Amazonas beständig in Verbindung steht und der Reihe jener Uferseen des Riesenstromes angehört, die sich an demselben von Obidos bis zur Trombetasmündung hinzieht. (L. 61 und L. 68.) Diese Seen sind dadurch entstanden, daß in dem nach Norden geschwungenen Bogen des Amazonas das Wasser gegen die Außenseite gepreßt wird und in alle Ausbuchtungen und Austiefungen des Ufergeländes mächtig eindringt. Die ursprünglich beschränkten Terraintiefen erweitern sich dadurch zu Seebecken, die namentlich bei Hochwasser einen ansehnlichen Umfang besitzen. Wenn der Amazonas fällt, rinnt

*) Berechnet, nicht direkt bestimmt.

ihm das mit Schwebegut reich beladene Wasser aus den Uferseen nach, wird aber an der Einmündung durch den Druck des gegenströmenden Flusses etwas gestaut, so daß hier ein Teil des Schwebegutes zum Absatz gelangen kann. Dadurch erklärt sich die Entstehung von Aufschüttungsinseln vor der Seemündung, wie wir es eben beim Lago de Pauxis typisch sehen. Diese am Amazonas und seinen großen Zuflüssen nicht gerade seltene Erscheinung bietet bemerkenswerte Beispiele für die Möglichkeit einer Umwandlung von Austiefungsseen in Abdämmungsseen, bezw. in Fluß-Lagunen.

Der Lago de Piracanan (II) ist ein fast kreisrunder See, aus welchem der Piracanan-Fluß in nordwestlicher Richtung dem Tapajós zufließt, in welchen er auf der linken Seite etwa 10 km unterhalb Itaituba einmündet. (L. 62.) Der See, in dessen südlicher Partie sich eine kleine Insel befindet, liegt kaum 3 km oberhalb der Boca des Piracanan, welcher zur Hochwasserzeit wohl eher Wasser in den See hinein, als aus diesem herausführt. Von Westen empfängt der See nebst einigen kleinen auch einen größeren Zufluß, welcher als der Oberlauf des Piracanan gelten kann.

Der „Lago“ Pao-Juçara ist ein kleiner Wassertümpel nördlich von Monte Alegre, ohne Zufluß und zur Trockenzeit auch ohne Abfluß. Es ist ein Quellenbecken, dessen Wasser denselben Ursprung und daher im wesentlichen auch dieselbe Zusammensetzung hat, wie die zahlreichen Quellen am südlichen Gehänge des Plateaus, auf welchem der obere Teil von Monte Alegre liegt. Dieses Plateau besteht aus Sandstein mit kaolinischem Bindemittel, der etwa bis zur halben Höhe von festem massigem Gefüge ist und gegenüber den auflagernden schütteren, bis zu Sand aufgelösten Schichten als undurchlässig und wasserstauend wirkt. An der Grenze beider tritt in der südlichen steilen und offenen Lehne überall Wasser hervor, während in demselben Niveau auf der sanft abfallenden Nordabdachung ein Austritt nur dort erfolgen kann, wo das Gelände bis in die stauende Unterlage, bezw. bis in den Wasserhorizont eingefurcht ist. Dies ist bei Pao-Juçára der Fall, während einige andere Stellen dadurch, daß sie beständig feucht bleiben und von üppigem Pflanzenwuchs bedeckt sind, die Erstreckung des Wasserhorizontes anzeigen. Das Quellbecken Pao-Juçára führt seinen Namen von einem trockenen Palmenstamm (Pao), der fast in seiner Mitte aus dem Wasser aufragt. Diese Palme (Juçára) soll ehemals am Rande des Beckens gestanden sein, was wohl möglich und durch die rückschreitende Erosion des hervorbrechenden Wassers, welche das Becken beständig in südlicher Richtung ausweitet, auch leicht erklärlich ist.

Von den Quellen am steilen Südabfall der Anhöhe von Monte Alegre dient die stärkste zur Versorgung der Stadt mit Trink- und Gebrauchswasser, eine andere zu Badezwecken. Aus demselben Horizont schöpft

der Brunnen des Hospitals sein Wasser und er speist auch die in der Jaquára-Grotte hervorbrechenden kleinen Quellen, sowie die angebliche Eisenquelle Agua de Coraxí. Der Wasserhorizont zieht unter dem oberen Stadtteil von Monte Alegre hindurch und es wäre nicht schwer, ihn durch Brunnen von etwa 30 m Tiefe zu erschließen.

Um einen Vergleich des Wassers mit jenem des Pao-Juçára-Beckens zu ermöglichen, seien die Analysen des Trinkwassers von Monte Alegre **a** und des Wassers der genannten angeblichen Eisenquelle **b** hier mitgeteilt:

In 1 l Wasser war enthalten Gramm:

	a	b
Abdampfrückstand bei 110° C. . .	0.0456	0.0575
Kieselsänre	0.0112	0.0104
Tonerde und Eisenoxyd	0.0099	0.0108
Schwefelsaurer Kalk	0.0082	0.0115
Kohlensaurer Kalk.	0.0106	0.0092
Kohlensaure Magnesia	0.0024	0.0020
Chlor	0.0026	0.0035
Organische Substanz	Spur	0.0032

Unbestimmt blieben Alkalien und Kohlensäure.

Beide Wässer sind, wie ersichtlich, außerordentlich weich und unterscheiden sich voneinander nur unwesentlich, hauptsächlich dadurch, daß die als „Eisenwasser“ geltende Quelle mehr schwefelsaure Salze und organische Substanzen enthält, als das in stärkerem Strom aus dem Felsen hervorbrechende Gebrauchswasser von Monte Alegre. Ganz ähnlich zusammengesetzt erwiesen sich alle sonstigen Wasserproben der Quellen am Südabfall des Plateaus und des Hospital-Brunnens. Das Wasser des Pao-Juçára-Beckens ist offenbar nur etwas mehr verdichtet.

Übrigens erwies sich das Wasser einer Quelle im Bereiche der Ansiedlung Andirobá im Süden von Santarém ebenfalls äußerst arm an fixen Bestandteilen (0.0602 g Abdampfrückstand im Liter) und es steht zu vermuten, daß sich auch die meisten sonstigen Quellen des unteren Amazonasgebietes ähnlich verhalten werden. Es gilt dies sicherlich von allen an sandig-quarzige Gesteine gebundenen Quellen und ist dadurch zu erklären, daß entweder das Regenwasser nicht sehr tief in das Erdinnere eindringt und nur eine beschränkte unterirdische Zirkulation besitzt, auf welcher es auf die Gesteinsbestandteile bloß in geringem Grade lösend wirken kann, oder aber dadurch, daß das in größeren Tiefen vielleicht mit fixen Bestandteilen mehr beladene Wasser in der oberflächlichen Zone durch das reichlich einsickernde Niederschlagswasser eine weitgehende Verdünnung erfährt. Die jährliche Niederschlagsmenge beträgt nämlich im unteren Amazonasgebiet 2—2.5 m und wenn auch der Abfluß und die Verdunstung groß sind, so sickert doch ein beträchtlicher Teil in den Boden ein.

Alles Grundwasser in der weiten Amazonasniederung ist außerordentlich weich und rein und dieselbe Qualität besitzen daher auch die speziellen Grundwasserquellen, welche allerdings nur in tiefen Einfurchungen des Terrains zu Tage treten können. Die Hauptstadt Pará bezieht ihr Trink- und Gebrauchswasser aus solchen Grundwasserquellen, die wenige Kilometer nordöstlich von der Stadt entspringen und durch eine Anzahl offener Kanäle zusammengeleitet werden. (Abb. 7.) Die bisherige Wasserversorgung der Stadt war quantitativ unzulänglich, weshalb in neuester Zeit an einigen Stellen Tiefbohrungen vorgenommen wurden, angeblich um Wasser mit Selbstauftrieb zu erschließen, was



Abb. 7. Offener Sammelgraben der Wasserleitung von Pará.

aber freilich ein hoffnungsloses Beginnen wäre, weil die geologischen Bedingungen für artesische Fontainen in der Umgebung von Pará (Belém) nicht vorhanden sind. Wohl aber kann überall im nördlichen und östlichen Umkreis der Stadt durch mäßig tiefe Brunnen Wasser in unerschöpflicher Menge erschlossen werden, weil das Grundwasserstockwerk, aus welchem die heute benützten Quellen stammen, eine große räumliche Ausdehnung besitzt und durch seine vortrefflich filtrierenden Eigenschaften qualitativ anstandsloses Wasser garantiert. Je weiter vom Rio Guajará die Entnahmestelle gelegen wäre, desto konstanter müßte die chemische Beschaffenheit des Wassers sein, weil sich der namentlich ein Schwanken des Chlor- und Magnesiagehaltes bewirkende Einfluß der Meeresflut um so weniger bemerkbar machen würde. Das gegenwärtig der Stadt zugeleitete Wasser läßt diesen Einfluß zwar erkennen, jedoch

in so mäßigen Grenzen, daß es diesbezüglich hygienisch durchaus einwandfrei bleibt.

Eine Analyse des Leitungswassers von Pará, ausgeführt im März 1898, ergab die folgende Zusammensetzung:

1 l enthielt:

Abdampfrückstand bei 110° C.	0.0528 g
Kieselsäure	0.0096 „
Eisenoxyd mit wenig Tonerde	0.0087 „
Kohlensaurer Kalk	0.0092 „
Kohlensaure Magnesia	0.0036 „
Schwefelsäure	Spur
Chlor	0.0117 „
Organische Substanz	0.0006 „

Natron, Kali, Kohlensäure blieben unbestimmt; von schädlichen Bestandteilen (Ammoniak, salpetriger Säure) enthielt das Wasser keine Spur.

Die Analyse kann als Beispiel der Zusammensetzung des Grundwassers im Schwemmlandbereiche des Amazonasgebietes gelten. Sie bestätigt, daß auch diese Wässer ungewöhnlich arm an gelösten Bestandteilen sind*).

Die in der obigen Tabelle (S. 48) eingestellten letzten drei Analysen beziehen sich auf Seen des östlichsten Teiles der Insel Marajó, welche einen speziellen Typus von Grundwasserseen repräsentieren. Die große Insel Marajó (vergl. S. 11, 13) vor der Mündung des Amazonas besteht an ihrem nordwestlichen Rand bei Chaves und Afuá, sowie in ihrem südöstlichen Teile etwa von Curralinho bis Soure, aus älteren Ablagerungen, welche die Überreste des Uferlandes einer ehemaligen Mündungsstrecke des Amazonas vorstellen. Der Strom zog damals mit großer Wahrscheinlichkeit etwa von Gurupá nordostwärts quer durch die heutige Insel Marajó und empfing etwa in der Gegend von Breves von Südwesten her einen mächtigen Zufluß, der anscheinend vom jetzigen Xingú über die Bahia de Caxiúna des Rio Anapú herkam. Schon Ferreira Penna deutete die ausgedehnten Sümpfe (Mondongos) des mittleren Teiles von Marajó als eine verlassene Altwasserstrecke des Amazonas; aber nicht nur diese, sondern auch die Sümpfe zwischen der Bahia de Caxiúna und den Breveskanälen und weiter zwischen diesen und dem Anajás, sowie jene auf dem Kap Magoarý fallen in die wahrscheinliche ehemalige Stromstrecke, welche nun, gänzlich versandet und vertragen, zum Festland geworden ist. Die Altwasserrinne ist erfüllt mit Grund-

*) Nach neuesten Berichten hat der durch die große Dürre des Sommers 1902 bewirkte Wassermangel in Pará zur Angliederung neuer Quellen an die bestehende Wasserleitung geführt. Die Qualität des Wassers soll dadurch einige Veränderungen erfahren haben.

wasser, dessen Spiegel so hoch steht, daß er in beckenförmigen Vertiefungen des Terrains über Tage tritt und sowohl die Tümpel der Mondongos, als auch die verschiedenen zuflußlosen Seen füllt. Während der Regenzeit steigt das Grundwasser noch mehr und verhindert die Einsickerung des Regenwassers: die Sümpfe werden zu Seen, die Seen nehmen einen riesigen Umfang an und sonst trockene Terrainvertiefungen füllen sich mit Wasser. Über ausgedehnte Teile der Insel Marajó breitet sich während dieser Zeit eine allgemeine Wasserdecke aus. In der Trockenzeit sinkt der Grundwasserspiegel: die Wasserdecke verschwindet, die Sümpfe trocknen aus und werden passierbar, die Seen schrumpfen zu kleinen Lachen ein, die zuweilen gänzlich eintrocknen und in den vordem wasserbedeckten Gebieten herrscht oft empfindlichster Wassermangel.

Alle drei in der Tabelle unter IV, V und VI angeführten Seen liegen im östlichen Zipfel der Insel Marajó: der Andrenóia-See (dessen Wasser vom Zoologen Herrn H. Meerwarth geschöpft wurde) im Gebiete von Dunas, der Pindóbas- und der Tapeira-See auf dem Kap Magoarý. In diesem meerumspülten Teile der Insel wird das Grundwasser der Seen vom Meere merklich beeinflußt, insofern, als es stets, aber namentlich in der Trockenzeit, nach der Flut bedeutend salziger ist als jenes Grundwasser, welches in den Sandschichten des Gebietes etwa im gleichen Niveau erschrottet werden kann. Im offenen Seebecken überwindet der Flutstrom den Gegenstrom des süßen Grundwassers offenbar leichter als innerhalb der Alluvionen, wo überdies eine Verdunstung des Wassers und daher eine Konzentrierung seines Salzgehaltes nicht so leicht möglich ist, wie in den großen Seeflächen. Daher enthält das während der trockenen Jahreszeit geschöpfte Seewasser recht ansehnliche Mengen von Bestandteilen des Meerwassers, namentlich von schwefelsaurer Magnesia und Chloriden, welche die Menge des Abdampfrückstandes außerordentlich erhöhen.

Das Wasser aller drei Seen ist im frischgeschöpften Zustande gelbgrün oder grüngrau gefärbt von zumeist organischen Schwebestoffen, die daraus abfiltriert werden können und hauptsächlich aus tierischem und pflanzlichem Detritus, sowie aus verschiedenen Algen (Diatomeen, Protococcaceaeen usw.), Infusorien, Würmern usw. bestehen. Das klare, wiewohl nie farblose Filtrat reagiert mehr minder stark sauer, riecht nach Schwefelwasserstoff und enthält beträchtliche Mengen von gelöster organischer Substanz, die in den Analysen ausgewiesen ist, sowie von Phosphorsäure und Nitraten, die quantitativ nicht bestimmt wurden. Der Schlamm am Boden und namentlich an den Rändern der Seen, in welchen zur Trockenzeit eine unglaubliche Konzentration der Tierwelt (Fische, Alligatoren, Wasservögel) stattfindet (L. 55), ist ohne Zweifel stark nitrat- und phosphathältig, jedoch fehlt es bislang an einer näheren Untersuchung dieser Mischsedimente von teils mechanischem, teils chemi-

schem und teils organischem Ursprung, welche vielleicht geeignet wäre, einen Fingerzeig zur richtigen Erklärung der Entstehungsart mancher Phosphatlagerstätten der älteren geologischen Epochen zu bieten.

Mineralquellen.

Im unteren Amazonasgebiete scheinen Mineralquellen nicht selten zu sein, jedoch sind bisher erst zwei davon näher untersucht worden, nämlich die seit langer Zeit bekannten und ihrer heilkräftigen Wirkung wegen geschätzten warmen Schwefelquellen von Ereré bei Monte Alegre und eine Bitterquelle am Rio Tucandeiro, einem kleinen Nebenfluß des Rio Branco, welcher sich zwischen Obidos und dem Curuá-Fluß nach nordsüdlichem Laufe in den Amazonas ergießt.

Die Thermen von Ereré entspringen nordöstlich vom Dorfe Ereré (NW. von Monte Alegre) im schwach bedeckten Campo zwischen den beiden Cachoeirinha-Bächen*) aus devonischen, dünnbankigen bis schieferigen, sehr feinkörnigen, schwarzen oder roten, hornsteinartigen Schichten, die verwittert eine hellgraue Farbe annehmen. Diese Schichten werden von mehreren Systemen von Klüften durchsetzt, von welchen das süd-nördliche das Hauptsystem zu sein scheint, auf welchem auch die Quellen selbst austreten. Man kann zwei Hauptquellen unterscheiden, um welche sich einige geringere Ausbrüche des Thermalwassers gruppieren. Die nördliche Quelle, welche erst vor kurzem primitiv gefaßt wurde, füllt ein kleines, etwa 1.5 m tiefes Bassin, aus welchem der Abfluß gegen Südwesten zum Ererébache stattfindet. Sie liegt im offenen Campo und entbehrt daher der landschaftlichen Anmut der südlichen Hauptquelle, welche von einem prächtigen Palmenhain umgeben ist. Diese füllt drei flache Becken, die teils zum Baden, teils zum — Wäschewaschen benützt werden.

Die Quellen sind von ganz gleicher Beschaffenheit. Das Wasser ist 35° C. warm, d. h. 10—15° wärmer als die sonstigen Oberflächenwasser der Gegend, riecht deutlich nach Schwefelwasserstoff, ist vollkommen klar und farblos, perlt frischgeschöpft im Glase und wird auch nach mehrtägigem Stehen an der Luft nicht milchig getrübt. Es besitzt einen erfrischenden Geschmack und ist trotz seiner relativ hohen Temperatur angenehm trinkbar. Schon dieses Verhalten bietet einen gewissen Anhalt zur Beurteilung seiner Qualität, was gegenüber der allgemeinen Annahme, daß die Quellen hochschwefelhältig seien, durch die Analysen vollkommen bestätigt wurde. Das Wasser reagiert alkalisch.

Die quantitative Analyse ergab die folgende Zusammensetzung I. der nördlichen, II. der südlichen Hauptquelle in je einem Liter Wasser:

*) Quellbächen des Ererébaches, welche, über die Schichtenköpfe hinwegfließend, eine Menge kleiner Stromschnellen (cachoeirinhas) bilden.

	I.	II.
Abdampfrückstand bei 110° C. . . .	0.7752 g	0.7816 g
Schwefelwasserstoff	0.0038 „	0.0038 „
Kohlensäure (gesamte)	0.5209 „	0.5712 „
Kieselsäure	0.0112 „	0.0110 „
Schwefelsäure	0.0487 „	0.0508 „
Chlor	0.1016 „	0.1080 „
Tonerde	0.0092 „	0.0090 „
Eisenoxydul	0.0072 „	0.0070 „
Kalk	0.0112 „	0.0094 „
Magnesia	0.0399 „	0.0395 „
Kali	0.1598 „	0.1612 „
Natron	0.0820 „	0.0806 „
Organische Substanz	Spur	Spur.

Qualitativ nachgewiesen, aber nicht quantitativ bestimmt wurde noch unterschweflige Säure, Mangan und Baryum. Das im Quellenwasser frei aufsteigende Gas ist hauptsächlich Kohlensäure. Das Wasser I wurde am 13. Oktober, das Wasser II am 18. Oktober 1897 geschöpft. Eine anfangs Dezember desselben Jahres vom Kolonieinspektor Barrata eingeschickte Probe von I ergab einen Abdampfrückstand von 0.7584 g im Liter. Das Wasser, welches nach diesen Analysebefunden nur ganz geringen Veränderungen seiner Qualität unterliegt und relativ arm an fixen Bestandteilen ist, gilt als sehr wirksam gegen Haut- und Blutkrankheiten. (L. 60 und 62.)

In der nächsten Nähe der Quellen treten zarte weiße Schwefelausblühungen auf, die sich immerwährend erneuern, aber keinen Bestand haben. Reichlicher sammeln sich am Rande der Ausflußbecken kieselsäurereiche Absätze, welche hie und da auch mehrere Millimeter starke körnelige Überkrustungen bilden. Das Wasser wirkt offenbar zersetzend auf die durchbrochenen quarzigen Gesteine und scheidet die Kieselsäure aus. Die Hornsteine namentlich bei der nördlichen Quelle sind stark durchsetzt und teilweise auch überrindet mit Schwefelkies.

Die Bitterquelle am Rio Tucandeiro entspringt unmittelbar am nördlichen (rechten) Ufer etwa 9 km oberhalb der Mündung dieses östlichen Zuflusses des kleinen Rio Branco. (L. 68.) Das Wasser wurde im Juni 1895 vom Ingenieur Paul Le Cointe geschöpft und mir zur Analyse übermittelt. Es war völlig klar, von schwach gelblicher Farbe, ohne Geruch, von mäßig bitter-laugigem Geschmack.

In einem Liter des Wassers war enthalten:

Abdampfrückstand bei 110° C.	4.9074 g
Kohlensäure (gebunden)	0.0922 „

Kieselsäure	0.0128 g
Schwefelsäure	2.6765 „
Chlor	0.4350 „
Tonerde und Eisenoxyd	0.0180 „
Kalk	0.0109 „
Magnesia	0.1265 „

Natron, Kali, organische Substanz wurden quantitativ nicht bestimmt.

Die untersuchte Quelle am Rio Tucandeiro enthält hienach hauptsächlich Glaubersalz, Kochsalz und Bittersalz, ist jedoch keineswegs ungewöhnlich reich an gelösten Bestandteilen. Da sie stets kräftig rinnt, und sich unmittelbar in den Tucandeiro ergießt, welcher zur Trockenzeit sehr wasserarm ist, vergiftet sie sein Wasser dennoch auf eine Strecke und macht es ungenießbar. In der weiteren Umgebung nördlich und westlich von hier bis zum Trombetas gibt es noch eine ganze Anzahl von Mineralquellen, die jedoch zur Zeit nicht näher bekannt sind. Auch im Inundationscampo östlich beim Lago de Salgado (an der Einmündung des Erepecurú in den Trombetas) sollen mehrere Mineralquellen entspringen, deren „salziger“ Beschaffenheit der See seinen Namen verdankt.

Nördlich von der ehemaligen Mundurukú-Ansiedlung Uixituba zwischen dem Tapajós und dem Itapacurasinho setzt eine Quelle Kieselsinter ab; ihr Wasser konnte leider nicht näher untersucht werden. Der angeblichen Eisenquelle östlich bei Monte Alegre ist schon oben (S. 50) gedacht worden.

Tijuco (Schlamm).

Die fein verteilten Schwebestoffe, welche die Flüsse des unteren Amazonasgebietes mitführen und deren Menge jene der gelösten Bestandteile, wie die Analysen zeigen, vielfach übertrifft, würden im gleichmäßig dahinfließenden Wasser nicht leicht zum Absatz gelangen können. Allein, abgesehen von den Verschiedenheiten des Gefälles, erleidet die Wasserbewegung eine Veränderung hauptsächlich bei jeder Hochflut und unter allen Umständen bei der Einmündung der Flüsse in einen Hauptstrom, oder bei der unmittelbaren Mündung in das Meer. Diese Veränderungen der Strömungsgeschwindigkeit, namentlich deren zuweilen vollkommene Aufhebung in der Begegnungszone des herabfließenden und des hinaufdrängenden Wassers, sind der Hauptanlaß zur Ablagerung des Schwebegutes, welche an der Meeresküste durch den Salzgehalt des Mischwassers noch befördert wird.

Bei Hochflut werden von den riesig angeschwollenen Strömen bedeutende Mengen fester Bestandteile forttransportiert. Wenn das Wasser sinkt und seine Stoßkraft sich vermindert, lagern sich zunächst die gröbsten davon parallel zum Ufer ab, während die feinsandigen und feinsterdigen erst zuletzt in den stagnierenden Lagunen und Seen, welche

nach jedem Hochwasser in den Depressionen zu beiden Seiten der Flüsse und auf vielen Inseln erhalten bleiben, zum Absatz gelangen. Diese feinen Niederschläge bilden einen Schlamm, welcher die ganze überschwemmte Uferlandschaft bedeckt und die Erdkrume düngt und vermehrt. In nicht bestockten Terrainstrecken, zumal am offenen Campo, kann er sich allerdings nicht erhalten. Unter den sengenden Sonnenstrahlen verwandelt er sich alsbald in Staub, welcher ein Spiel der Winde wird. Die feintonigen Bestandteile werden fortgewirbelt und nur der schwerere Sand verbleibt auf der oft wüstenähnlichen Ebene. In der lange feuchten Tiefvarzea und besonders im Igapó häuft sich der Schlamm jedoch an und bildet jenen Binnenland-Tijuco, von manchmal vielen Metern Mächtigkeit, welcher aus dem ursprünglich halbflüssigen Zustand mit der fortschreitenden Trockenzeit in einen halbzähen und endlich in festen Zustand übergeht und Jahr für Jahr an Mächtigkeit zunehmend, die schließliche Umwandlung des Igapó in Varzealand bewirkt (vergl. S. 42). Dieser Binnenland-Tijuco ist vielfach der Standplatz der üppigsten Vegetation, deren Abfälle sich mit ihm mischen, weshalb er auch relativ reich an verbrennbaren Beimengungen zu sein pflegt. Der Hauptbestandteil jedes Tijuco ist jedoch sehr feiner Quarzsand, welchem stellenweise untergeordnet auch Diatomeenpanzer beigemengt sein können. Als Beispiel der Zusammensetzung des Binnenland-Tijuco möge die folgende Analyse des Schlammbodens einer an Gummibäumen reichen Niederung auf der Ostseite des Itapacurasinho dienen.

Der Tijuco war feucht von dunkel graubrauner, lufttrocken von hellgrauer Farbe und ziemlich leicht zerreiblich. Der beigemengte gröbere pflanzliche und sonstige organische Detritus wurde durch ein Sieb mit 0.5 mm Maschenweite abgesiebt und gewogen. Er machte trotz scheinbarer Reichlichkeit nur 4.17 % des Tijuco-Gewichtes aus. In seiner Asche wurden keine Mineralkörner vorgefunden, die größten Sandkörner des Tijuco besaßen somit einen Durchmesser unter 0.5 mm.

Die mechanisch-mineralogische Analyse der gesiebten Probe ergab:

Quarzkörnchen unter 0.5 bis 0.2 mm Durchmesser . .	4.68 %
Bestandteile von 0.2 bis 0.1 mm Durchmesser, und zwar Quarz, etwas Feldspat, Glimmer, Haematit und kohlige Substanz	52.63 „
Desgleichen nebst wenig Zirkon, Rutil, Hornblende von 0.1 bis 0.05 mm Durchmesser	8.18 „
Staub unter 0.05 mm	17.14 „
Feinstes (und Verlust)	13.20 „
	95.83 %.
Dazu die abgesiebten organischen Beimengungen . . .	4.17 „
	100.00 %.

Da auch der Staub und das Feinste sich bei der mikroskopischen Untersuchung als zum größten Teil aus Quarzpartikelchen bestehend erwiesen, dürfte der Anteil des Quarzes sicher drei Vierteile der ganzen Tijucomasse ausmachen. Zu demselben Ergebnis führte die Untersuchung mehrerer anderer Tijucoproben von Itaituba, Obidos und Monte Alegre: bei allen war feiner Quarzsand der bei weitem vorherrschendste Bestandteil. Dagegen wurden, aufser dem erwähnten, seiner Herkunft nach etwa noch deutbaren gröberen organischen Detritus und den hier und da vorfindlichen Diatomeenpanzerchen in keinem der untersuchten Binnenland-Tijucos des unteren Amazonasgebietes kenntlich erhaltene organische Reste vorgefunden.

Der Tijuco des Brackwassers im Mündungsbereiche des Amazonas und der unmittelbar in das Meer einmündenden Flüsse der nordbrasilischen Küste macht sich lokal in viel großartigerer Weise geltend und gehört tatsächlich zu den in mancher Hinsicht bemerkenswertesten Alluvionen.

Das von den Flüssen mitgebrachte Schwebegut gelangt im Brackwasser an und für sich zum rascheren Absatz, welcher Klärungsvorgang durch den Aufstau, den das herabfliessende Flußwasser durch den vom Meere aufwärts drängenden Flutstrom erfährt, noch beschleunigt wird. Denn je nach der Größe und Kraft der Flutwelle tritt in einer bestimmten Zone im Mündungsstück der Ströme eine Stagnation ein, welche den Absatz des Schwebegutes befördert. Ist der Ebbestrom nicht im stande, die jeweilig während der Flut abgelagerten Sedimente gleich wieder vollständig fortzuschaffen, was wohl nur in seltenen Fällen und vielleicht nur im Stromstrich möglich ist, so müssen sich im Laufe der Zeit in den Flußmündungen Ablagerungen anhäufen, welche die Mündung einengen oder ganz verlegen und in eine andere Richtung drängen können.

Diese Ablagerungen können, außer in ganz vereinzelten Fällen, wo auch gröberer Detritus in sie hineingelangt, nur aus Sand und Schlamm bestehen, die sich im großen Ganzen zwar nach ihrer Korngröße nebeneinander, vielfach aber auch abwechselnd schichtweise übereinander aufhäufen werden. Da das bei Flut in das Flußbett einströmende, bei Ebbe ausströmende Wasser die Tendenz verfolgt, diese Sedimente in der Fläche auszubreiten, die Veränderungen der Strömungen und die Verschiedenheiten der Gezeitenwirkungen innerhalb des Mündungsstückes, beziehungsweise des Aestuars, eine gleichmäßige Verteilung jedoch verhindern, so muß die Oberflächenform der Ablagerungen eine ebenso veränderliche sein, als ihre Lage eine bis zu einem gewissen Grade verschiebbare ist. Im allgemeinen folgt der Sand den rollenden Bewegungen des Wassers leichter als der einmal abgesetzte Schlamm und wird daher leichter hin und her verschoben als dieser letztere,

weshalb in den Mündungen der Flüsse die Schlammablagerungen beständiger, die Sandablagerungen aber veränderlicher sind.

Der brackische Tijuco setzt sich hauptsächlich dort ab, wo sich die Flutwelle bricht, also nicht auf der Außenseite, sondern mehr minder tief im Inneren des Mündungstrichters, ganz besonders aber dort, wo der Gezeitenstrom, oder wo Küstenströmungen die Flußrichtung senkrecht treffen. Dies ist der Fall auf der Ostseite der Amazonas-Tocantins-Mündung, sowie auf der Nord- und Westseite der Insel Marajó; es ist ferner der Fall bei fast allen Flüssen an der guyanischen Küste zwischen dem Araguarý und Oyapok, auch bei manchen zwischen dem Rio Pará und dem Gurupý. Der Tijuco häuft sich nahe der Mündung auf jenem Ufer an, welches dem Gezeiten- oder Küstenstrom zugewendet ist, während das entgegengesetzte Ufer, auf welches der Strom anprallt, zernagt und teilweise versandet wird. Tiefer im Inneren der Trompetenmündung kann sich der Tijuco über die ganze Flußbreite ausdehnen und wird dann oft nur von einzelnen, je nach dem Wasserstand veränderlichen Strömungskanälen durchzogen. Bei Flut vom Wasser bedeckt, taucht er bei Ebbe meterhoch aus demselben empor und bietet in seiner massigen oder blockförmigen Erscheinungsform das in diesem Küstenstrich völlig ungewohnte und überraschende Bild von anstehendem Fels, vielfach so täuschend, daß man sich durch Berühren überzeugen muß, daß es sich nicht um feste Felsmassen, sondern um teigartigen Schlamm handelt.

Ein typisches Beispiel des gegenseitigen Ablagerungsverhältnisses zwischen Tijuco und gröberem Sand bietet der Bebedouro, ein kleiner Bach auf der Nordseite des Kapes Magoarý auf Marajó, der eine sehr weite trompetenförmige Mündung besitzt, die in keinem Verhältnis zur Größe des Baches selbst steht. Der Lauf des Baches ist im allgemeinen südnördlich, die Küstenströmung südostnordwestlich, die Dünung stark. Vom äußersten Ostzipfel der erweiterten Mündung erstreckt sich eine Sandbarre nach Westen fast über die ganze Breite und vor ihr liegen auf der Meerseite nach Lage und Umfang veränderliche Sandbänke. Von der Barre aufwärts, also ersichtlich dort, wo Stagnation einzutreten pflegt, ist Tijuco abgelagert, welcher sich vom Ostufer nach Westen fast über die ganze Mündungsbreite ausdehnt und sie etwa einen Kilometer weiter oben vollständig ausfüllt, so daß sich bei Flut bald hier bald dort erst ein Durchbruch bilden muß, durch welchen sich das Wasser bachaufwärts drängt. Bei Ebbe liegen die ungeheueren Tijucomassen wie erodierte, 4 bis 5 m hohe, graue, mauerartig gegen die Meerseite abstürzende Granitfelsen offen am Tage und der Unerfahrene würde unbedenklich darüber hinweg steigen wollen, um aber schon beim ersten Schritt unrettbar darin zu versinken.

Die Schlammfelsen in der Bebedouro-Mündung sind völlig kahl, was aber nicht überall der Fall ist. Vielfach wurzelt im Tijuco der die

meisten Ufer umsäumende Mangrovebestand und manchmal, hauptsächlich dort, wo sich über dem Schlamm eine Sandschicht ausbreitet, ist er auch mit zähem Büschelgras schütter bestockt, welches bei hoher Flut stundenlang vollständig vom Salzwasser bedeckt bleibt. Ein lehrreiches Beispiel hierfür sah ich an der Mündung des Rio Tupinambá, eines kleinen Baches mit trompetenförmig sehr erweiterter Mündung auf der Westseite der Insel Colares. Das rechte (nördliche) Ufer des Mündungstrichters ist verschlammt, das linke versandet. Eine sich von hier anscheinend bis zur Ponta de Colares ausdehnende Sandbank greift bei



Abb. 8. Schlammfelsen an der Mündung des Tupinambá.

tiefer Ebbe mit vielen Auslappungen weit in die meerartig unübersehbare Bai von Marajó hinein, während auf der rechten Seite graue Tijuco-Felsmassen aufragen, die von einzelnen Manguebäumen und Grasbüscheln bestanden sind. (Abb. 8.) Die Schlammfelsen waren bei tiefster Ebbe 3.5 m hoch und erschienen in ihrem untersten Teil durch den Wellenschlag unterminiert und zerrüttet, die abgestürzten Blöcke stellenweise scheinbar abgerollt und so neben- und übereinander geworfen, wie es die Erosion bei massigen Eruptivgesteinen zu verursachen pflegt, was zusammen mit der graugesprenkelten Farbe die Ähnlichkeit des Tijucos mit Granitfelsen noch erhöhte.

Ähnlich scheinen die Schlammassen beschaffen gewesen zu sein, deren Goeldi*) vom Rego do Bagre am Lago Grande do Amapá ge-

*) Eine Naturforscherfahrt nach dem Litoral des südlichen Guyana. Petermanns Mitteil. 1897, S. 110—111. — Jahresber. d. St. Gallischen Naturwiss. Ges. 1898, S. 81—83.

denkt. Sie bilden dort anscheinend Terrassen, über welche man bei Vollflut mit Booten glatt hinwegkommt, während sie bei Ebbe das Kanalbett riegelartig überqueren und Stromschnellen verursachen, oder auch den Wasserarm gabelförmig teilen. Die Schlammböschungen zu beiden Seiten des Kanals schätzte Goeldi auf 6 bis 8 m Höhe.

Der petrographische Charakter des brackischen Tijuco ist jenem des Binnenland-Tijuco insofern sehr ähnlich, als der Hauptbestandteil desselben ebenfalls feiner Quarzsand ist. Die Menge der organischen Beimengungen ist jedoch durchschnittlich geringer und das gegenseitige Mengenverhältnis der sandigen und feintonigen Bestandteile ist je nach den Lokalitäten veränderlicher. Von den Tijuco-Proben, auf welche sich die folgenden Analysen beziehen, stammt I vom Pacovalinho-Bach auf dem Cap Magoarý (Marajó), etwa 3 km oberhalb der Mündung, von einer Stelle, die täglich bei Flut überschwemmt wird; die beiden anderen von den oben besprochenen Örtlichkeiten, und zwar II vom Rio Bebedouro und III vom Rio Tupinambá. Die Proben wurden zunächst durch ein Sieb mit 0.5 mm Maschenweite gesiebt, um die gröberen Bestandteile auszuscheiden; das Siebegut wurde dann erst der mechanischen Analyse unterworfen.

Zusammensetzung in Gewichts-Prozenten.	Tijuco-Proben:		
	I	II	III
Bestandteile von mehr als 0.5 mm Durchmesser	18.33	8.98	6.88
Quarzsand mit etwas kohliger Substanz und einzelnen limonitischen Körnchen von 0.5 bis 0.2 mm Durchmesser	49.10	19.01	36.55
Desgleichen mit etwas Feldspat und Glimmer, sowie Spuren von Zirkon, Rutil, Turmalin, von 0.2—0.1 mm Durchmesser	6.26	22.65	2.90
Desgleichen mit noch etwas Hämatit, von 0.1—0.05 mm	18.12	34.12	31.18
Toniger Staub unter 0.05 mm	3.41	10.18	12.04
Feinstes	4.78	5.06	10.45
	100.00	100.00	100.00

Der feucht graubraune, trocken gelbgraue Tijuco vom Pacovalinho bestand fast nur aus Sand von verschiedener Korngröße, da die tonigen und feinsten Bestandteile bloß 8.19 % der ganzen Masse ausmachten. Die abgesiebten Beimengungen von mehr als 0.5 mm Durchmesser waren hauptsächlich durch eine limonitische Masse verfestigte Knöllchen, ferner pflanzlicher Detritus und Knochenstückchen. Im Sand dominiert Quarz mit mehr als 90 %, dann folgt Feldspat, Limonit, Biotit und Muscovit. Die übrigen Mineralbeimengungen sind völlig untergeordnet; die tonigen Bestandteile sind kaolinisch. Einen ziemlich bedeutenden Anteil an den

Bestandteilen von 0.2 mm abwärts bilden Diatomeen, namentlich vom Pinnularia- und Himantidium-Typus, welche über jene vom Trommeltypus (Coscinodiscus) entschieden vorherrschen.

Der feucht dunkelgraue, trocken gelbgraue Tijuco vom Bebedouro (II) bestand ebenfalls hauptsächlich aus Quarzsand, jedoch vorwiegend von geringstem Korndurchmesser, wozu sich mehr als 15 % tonigen und allerfeinsten Schlämmgutes zugesellten. Er enthielt unter den feinen Bestandteilen schätzungsweise gegen 20 % Diatomeen, ganz vorwaltend der Gattungen Coscinodiscus und Actinocyclus; kahnförmige Panzerchen traten stark zurück, relativ reichlich fanden sich aber spongolithenähnliche Kieselkörperchen vor. Die abgesiebten gröbsten Beimengungen bestanden in einigen erbsengroßen limonitischen Knollen, Fischgräten, Schuppen und mehreren Bruchstücken von Krabbenschalen.

Der feucht graubraune, trocken chokoladefarbige und hellgrau gefleckte Tijuco vom Tupinambá (III) unterscheidet sich in der allgemeinen Zusammensetzung von jenem vom Bebedouro nicht nur durch das gegenseitige Mengenverhältnis der Bestandteile von bestimmter Korngröße, sondern hauptsächlich dadurch, daß alle Analysenanteile organische Substanz beigemengt enthalten. Auch die Beimengungen von mehr als 0.5 mm Durchmesser bestehen fast nur aus grobem Pflanzendetritus. Die tonigen und feinsten Schlammteile, welche in diesem Tijuco mehr als ein Fünftel der ganzen Masse ausmachen, sind von kaolinischer Beschaffenheit und durch die Schlammasse unregelmäßig schlierenweise verteilt. Sie enthalten weniger Diatomeenreste, als die feinsandigen Anteile, worin namentlich Coscinodiscus reichlich eingestreut ist. Deutbare tierische Reste wurden in diesem Schlamm nicht vorgefunden.

Auch von anderen Örtlichkeiten (Mosqueiro, Gloria, S. João auf Marajó) stammende Tijuco-Proben erwiesen sich bei der Untersuchung ganz ähnlich zusammengesetzt, wie die beschriebenen. In allen wurden Diatomeen vorgefunden, und zwar durchschnittlich reichlicher als im rein fluviatilen und limnischen Tijuco, nirgends aber in solcher Menge, um an Diatomeenerde denken zu können. Immer bleibt Quarzsand der Hauptbestandteil des Tijuco.

An der Oberfläche des brackischen Tijuco sieht man nur unmittelbar nach seinem Auftauchen aus der Flut stellenweise eine Menge Seetiere, von welchen aber auch jene, welche nicht durch die Dünung zurückgespült werden, oder sich nicht schleunigst unter Hinterlassung von Kriechspuren in ihr Element zurückretten können, nur äußerst selten unversehrt im Schlamm haften bleiben. Schnecken und Muscheln, an welche man zunächst denken sollte, wurden in keinem Schlamm, soweit man an ihn herankommen konnte, entdeckt und die Fisch- und Krabbenreste wurden nur in einzelnen verschleppten Stücken gefunden. Am Strande von Marajó wird dies durch die vielen Geier verschuldet, welche,

sobald der Schlamm über das Wasser aufsteigt, mit den darauf etwa herumliegenden Tieren rasch aufräumen und nur die spärlichen Reste ihrer Mahlzeiten zurücklassen. Ein verhärtetes Sediment dieser Art würde daher zwar nicht arm an organischem Detritus, wohl aber sehr arm an gut erhaltenen tierischen Resten sein und würde seiner ganzen Beschaffenheit nach etwa gewissen feinkörnigen sogen. Flyschsandsteinen entsprechen.

Die Erdkrume. Pflanzenerde und Kulturboden.

Von den Alluvionen im weiteren Sinne, bezw. von den recenten Gesteinsbildungen, besitzt die Erdkrume die größte räumliche Verbreitung.

In einem Lande, in welchem, wie im Amazonasgebiete, die fließenden Gewässer beständig eine so ausgedehnte Tätigkeit entfalten und wo starke Regengüsse während einer monatelangen Regenzeit ihre vehemente abspülende Wirkung ausüben, kann der eluviale Grundschuttboden gegenüber dem verschwemmten und zusammengetragenen Boden naturgemäß nur eine untergeordnete Rolle spielen. Er beschränkt sich in seiner Verbreitung auf die Oberfläche mancher Plateaus, Tafelberge und Hügel, wo er des raschen Einsickerns und Abfließens der Niederschläge und der beständigen Abtragung durch Winde wegen nur in geringer Menge entstehen kann. Daher erklärt sich die Eigenheit der Tropenländer mit ausgesprochener Regen- und Trockenzeit, daß wie erstaunlich üppig der Pflanzenwuchs in den Niederungen auch ist, so verkümmert er auf den Anhöhen und Bergen zu sein pflegt, die aus dem Pflanzenmeer der Ebene nicht selten völlig kahl emporragen. Die praktische Bedeutung des eluvialen, an Ort und Stelle gebildeten Bodens ist daher im Amazonasgebiete auch nur eine verhältnismäßig geringe.

Von hoher Wichtigkeit ist dagegen der verschwemmte und zusammengetragene, gemengte Boden. Ackerbau, Gärtnerei und sonstige Zweige der Agrikultur werden zwar im ganzen Amazonasgebiete bisher und wohl noch auf lange hinaus nur in äußerst bescheidenem Maßstabe betrieben, ja haben sogar trotz des Zuwachses der Bevölkerung in den letzten Jahrzehnten noch eine Abnahme erfahren*). Der größte Teil der Lebensmittel muß infolgedessen trotz der Fruchtbarkeit des Bodens aus der Fremde eingeführt werden. Dennoch ist auch hier die Erdkrume das wahre Nährflötz des Landes. Sie ermöglicht das

*) Reis, welcher noch um das Jahr 1860 gute Ernten ergab, wird gar nicht mehr angebaut. Kaffee, dessen erste Pflanzer in Brasilien die Paraenser waren, gelangt nicht mehr zur Ausfuhr. Zucker, von welchem noch 1887 über 1550 m-Zentner erzeugt wurden, muß gegenwärtig zur Gänze eingeführt werden. Das Zuckerrohr, welches jetzt angebaut wird, dient ausschließlich zur Branntweinbrennerei. Vanille, Fruchtöle usw. haben ihre Bedeutung als Ausfuhrartikel fast eingebüßt. — Angebaut werden gegenwärtig hauptsächlich Mandioca, Tabak, Kakao, Zuckerrohr und Bananen.

Gedeihen des Urwaldes mit seinem unermeßlichen Reichtum an wertvollen Hölzern, Früchten, Harzen usw., welche für das Gebiet von größerem und dauernderem Wert sind, als es die reichsten Gold- und Diamantengruben jemals sein könnten. Von diesen Produkten zehrt sozusagen das ganze Land, freilich nach einer Art unökonomischen Extraktivsystems, indem die ganze Erzeugung fast ausschließlich der Natur allein überlassen wird. — Die Erdkrume ermöglicht ferner die Bedeckung der ausgedehnten Campos mit Gräsern und Niederpflanzen und bietet dadurch hinreichendes Weideland für große Viehherden; sie ermöglicht schließlich auch die Agrikultur, welche in hohem Grade entwicklungsfähig ist. — An besonderen Mineralschätzen ist das untere Amazonasgebiet, soweit bis jetzt bekannt, nicht gesegnet; sein vornehmster Reichtum liegt in seinem Boden, in Bezug auf welchen es nicht ohne eine gewisse Berechtigung als das gelobte Land der Zukunft bezeichnet werden darf.

Mechanische Analysen einer größeren Anzahl von Proben des Kultur- und Naturbodens aus verschiedenen Teilen des Amazonasgebietes haben die folgenden Zusammensetzungen in Gewichtsprozenten ergeben:

Probe-Nummer	Bestandteile mit einem Durchmesser von						
	mehr als 10 mm	10 bis 2 mm	2 bis 1 mm	1 bis 0.5 mm	0.5 bis 0.2 mm	0.2 bis 0.1 mm	unter 0.1 mm und Feinstes
I	34.12	20.16	37.03	1.54	1.77	4.96	0.32
II	—	2.99	10.40	30.55	35.53	14.88	5.65
III	—	4.02	12.30	27.63	43.64	10.11	2.31
IV	—	1.30	26.00	27.74	28.23	12.47	4.26
V	2.20	8.38	9.90	7.16	43.95	26.68	1.73
VI	27.49	10.22	28.39	8.89	13.20	9.16	2.55
VII	19.13	30.00	13.59	8.58	9.34	10.04	9.32
VIII	2.62	26.45	4.15	11.30	10.12	20.16	25.20
IX	—	6.24	29.16	40.22	11.85	8.38	4.15
X	3.15	5.20	30.20	32.16	8.66	17.12	3.51
XI	—	5.48	21.79	19.20	21.70	8.50	23.33
XII	1.16	5.31	17.87	10.18	14.44	20.12	30.92
XIII	—	12.40	30.46	8.06	5.20	8.17	35.71
XIV	—	1.89	23.68	18.00	13.64	20.15	22.54

Alle 14 in die Tabelle aufgenommenen mechanischen Analysen beziehen sich auf den Gesamtboden. Nur Nr. I allein ist ein eluvialer Grundschuttboden, entstammend den hornsteinreichen obercarbonischen Schichten von Miritituba am Tapajós gegenüber von Itaituba. Das magere Erdreich, dessen grobe Bestandteile aus Brocken von Hornstein, Jaspis, Quarz, Kalkstein, Bruchstücken von verkieselten Petrefakten, Holzstückchen, Halmen und sonstigen Pflanzenfetzen bestehen, wurde aus dem Garten des ersten Hauses bei der Landungsstelle entnommen. Die Bestandteile von 1 bis 0.1 mm Durchmesser enthalten verhältnismäßig sehr viel, das Feinste gar keine vegetabilischen und humosen Bestandteile. Die Bananen-, Mandioca- und Tabakstauden des Gartens waren nicht so voll und kräftig entwickelt wie am Amazonas, aber ein auffälliger Unterschied gegenüber dem Stand dieser Pflanzen am Tapajós überhaupt war nicht wahrzunehmen.

Alle anderen angeführten 13 Proben entstammen zusammengetragenem, echtem Alluvialboden von den folgenden Entnahmestellen:

II. Vom Campo am linken Ufer des Pacovalinho-Baches, von einem ehemals bepflanzten Grundstück in der Nähe der eingegangenen Fazenda Alegre auf dem Kap Magoarý (Marajó).

III. Vom schwach begrasten Campo in der Nähe der Fazenda Belém auf Magoarý.

IV. Vom Campo südwestlich von der Fazenda Boa Esperança auf Magoarý, trotz der großen Dürre (im Dezember) dicht bewachsen mit anscheinend saftigem, haarigem, blaugrünem Gras, welches jedoch vom Vieh und den Pferden gemieden wird.

V. Von einem Grasplatz (mit Capim de Planta) in S. Braz bei Pará.

VI. Aus einem Bananengarten (Bananal do Cacoalinho) bei Pará.

VII. Aus einer Zuckerrohrpflanzung (mit üppiger Cana de assucar) an der Estrada de S. Jeronymo bei Pará.

VIII. Von einer Kakaopflanzung in Marco da Legoa bei Pará.

IX. Von Ereré. Bepflanzter Campoboden.

X. Von einer urbar gemachten Waldrode (Roça) in der Kolonie Jacaré am Fuße der Serra Itauajurý bei Monte Alegre.

XI. Schwarze Erde von Obidos aus einem Fruchtbaumgarten.

XII. Vom Plateau auf Mararú südlich von Santarém. Schwarzerde vom Grunde.

XIII. Dieselbe Schwarzerde ebendaher, jedoch aus geringer Tiefe.

XIV. Aus dem Museumsgarten in Pará.

Durch diese Proben werden die verschiedenen Bodentypen des unteren Amazonasgebietes hinlänglich qualifiziert. Außer einem häufig gedüngten und gepflegten Kulturboden repräsentieren alle übrigen Proben natürliche

Kulturböden, die sich mehr oder minder selbst überlassen bleiben und außer gelegentlich durch Asche von der in Brand gesetzten trockenen Pflanzendecke kaum eine Düngung und eingreifende künstliche Bearbeitung erfahren.

Die Böden II, III, IV stehen zur Regenzeit öfters einige Monate hindurch, die Böden V, VIII und IX zuweilen kürzere Zeit unter Wasser. Die übrigen sind dauernden Ueberschwemmungen niemals ausgesetzt. Die ersten drei sind sehr leichte Sandböden, die hauptsächlich aus feinem (0.5 bis 0.1 mm Durchmesser) Quarzsand (Flugsand) bestehen. Auch die feinsten Bodenteilchen sind zum größten Teile sandig und nicht tonig; sie enthalten hie und da Diatomeen-Panzerchen. Die in trockenem Zustande graue, in feuchtem dunkel graubraune Farbe wird wesentlich durch Beimengungen von vegetabilischem Detritus und Kohlenpartikeln (von den Campobränden) bedingt, welche, da einzelne zufällige Beimengungen von großen Wurzel- und Zweigstücken vor der Analyse ausgeschieden wurden, sowohl unter den Grobanteilen (von 10 bis 2 mm) als auch im Feinsten fehlen. Die Grobanteile bestehen aus verhärteten, meist durch Eisenhydroxyd verkitteten Sandknöllchen, welche sich mit dem Gummireiber nicht zerdrücken lassen.

Wie diese drei, so stammen auch die Böden V, VI, VII und VIII aus der Litoralzone des Atlantischen Ozeans. Auch sie sind Sandböden, deren Hauptbestandteil Quarzsand ist. Jedoch enthalten sie mehr minder reichlich grobe Gesteinsbrocken und größere, teilweise verkohlte oder halbzersetzte Überreste der Pflanzen, die darauf gezogen werden, zum Teil auch fremde verschleppte Gegenstände, wodurch das prozentuale Gewichtsverhältnis allerdings sehr zu Gunsten dieser Grobbestandteile verschoben werden kann. V schließt sich den drei Campoböden von Marajó am engsten an. VI und VII enthielten pflaumengroße Brocken des hocheisenschüssigen Parásandsteines und waren lufttrocken von rotbrauner Farbe. Die schwarzbraune Erde VIII gab sich schon ohne nähere Untersuchung als humusreich und etwas tonig zu erkennen.

Die Bodenproben IX, X, XI, XII und XIII stammen aus dem Inneren des Staates Pará. IX schließt sich sehr enge an die Litoralcampoböden (II bis IV) an, woraus sich ergibt, daß nicht die Meeresnähe, sondern der Camposursprung für die feinsandige Beschaffenheit dieser Böden entscheidend ist. Allerdings macht sich in der Zusammensetzung der Binnenlandböden auch der Einfluß der in der Umgebung anstehenden Gesteine kenntlich, während in der Litoralzone der Hauptanteil des Erdreiches mit dem Dünen- und Flugsand übereinstimmt. So besteht zwar der Boden von Ereré ebenfalls vornehmlich aus Quarzsand von mittlerer Korngröße, jedoch nicht so ausschließlich, wie in den Bodenproben aus dem Litoralgebiete, sondern es gesellen sich dazu: Diabasbröckchen, Feldspat, Hämatit, Limonit, Magnetit. Auch die orga-

nischen, humosen und kohligen Bestandteile sind viel reichlicher vertreten als es in den Litoralcampoböden der Fall ist. In dem (40.22 % betragenden) Hauptanteil des Erdreiches von Ereré wurde durch Abzählungsproben die folgende durchschnittliche Zusammensetzung ermittelt:

Organischer Detritus und Kohle	10.4 %
Magnetit	0.8 „
Limonit	1.2 „
Hämatit	1.0 „
Feldspat	2.4 „
Diabas	5.0 „
Quarz	79.2 „

In den feineren Anteilen tritt die aus Chitinfetzen, Holzteilchen, Pflanzenfasern, Samen, kohligen Partikelchen usw. bestehende humusartige Masse anscheinend noch mehr hervor.

Eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Boden von Ereré weist in der mechanischen Zusammensetzung das sandige Erdreich X einer urbar gemachten Waldstrecke in der Kolonie Jacaré an der Serra Itauajurý auf, jedoch nur in Bezug auf die relative Menge der Bestandteile bestimmter Korngrößen, wohingegen die stoffliche Zusammensetzung eine völlig verschiedene ist. Die groben Bestandteile von mehr als 10 und von 10 bis 2 mm bestehen aus kantigen Brocken von schwarzem Tonschiefer, schwarzblauem Kalkstein und Diabastuff; der Bodensand unter 2 mm enthält aber vorwiegend Quarz, zu welchem sich am reichlichsten Diabastuff gesellt, während der Kalk völlig fehlt. Der Boden erweist sich hiernach als ein Gemenge von eluvialem, oder wenig weit transportiertem Grundschutt mit verschwemmtem Erdreich. Die vor nicht langer Zeit stattgefundene Rodung und die Art der Durchführung derselben durch Niederbrennen des Waldbestandes erklärt die ungemein reichliche Beteiligung von Holzkohle und vegetabilischem Detritus an der Zusammensetzung des Bodens, welcher sehr fruchtbar ist. Am besten gedeiht darauf Tabak und Mandioca.

Von besonderem Interesse sind die Bodenproben XI, XII und XIII. Schwarzerde (Terra preta) ist im Inneren des unteren Amazonasgebietes weit verbreitet, insbesondere in der Umgebung von Santarém, sowie entlang des Tapajós, Trombetas und der beiden Curuá-Flüsse*). Südlich und östlich von Santarém im Gebiete der ehemaligen nordamerikanischen, jetzt zumeist cearenser Kolonien Panéma, Diamantina, Taperinha, Mararú, beziehungsweise im Gebiete zwischen dem Tapajós und dem südlichen Curuá, besitzt sie eine große räumliche Ausdehnung von mehr als 500 qkm, allerdings nicht im Zusammenhang, sondern vielfach unterbrochen und bei sehr wechselnder Mächtigkeit. Fleckenweise trifft man

*) Auf der Schwarzerde gedeiht der feinste Tabak.

sie in der Umgebung von Alter do Chão und entlang des Tapajós bis fast herauf zu den Fällen. Ebenso tritt sie westlich von Obidos und entlang des unteren Trombetas, zumal in den Uferstrichen der dortigen zahlreichen Seen auf, desgleichen am nördlichen Curuá, zwischen diesem und dem Maecurú und anderwärts.

Man pflegt für diese Schwarzerde des Amazonasgebietes einen völlig verschiedenen Ursprung anzunehmen als für die Schwarzerde Mitteleuropas, bezw. die Tschernosem Rußlands. Sie gilt nämlich nur als Kulturschicht, weil fast überall, wo sie vorkommt, in ihr Überreste einer primitiven Keramik, Scherben von Tongefäßen, Steinwerkzeuge usw., gefunden werden, woraus man urteilt, daß sie die Stellen uralter Ansiedlungsstätten der ursprünglichen Einwohnerschaft des Amazonasgebietes bezeichne. In der Tat unterliegt es keinem Zweifel, daß die Verbreitungsgebiete der Terra preta vor langen Zeiten mehr oder minder dicht bevölkert waren, aber daß sie diesem Umstand ausschließlich ihre Entstehung verdanken sollte, ist eine Frage, für deren zustimmende Beantwortung es an hinreichenden Gründen mangelt. Ihre Verbreitung über ausgedehnte Landstriche bei in horizontaler Richtung weithin anhaltender gleicher Beschaffenheit, ihre bedeutende Mächtigkeit von 30 bis oft mehr als 200 cm, die regelmäßig konstatierbare Veränderung ihres Charakters in vertikaler Richtung vom Tage zur Tiefe und nicht zum geringsten ihre mechanische Zusammensetzung lassen es vielmehr als sicher erscheinen, daß ihre Entstehung vorwiegend auf dem Wege der natürlichen Bodenbildung vor sich gegangen ist. Die Terra preta des unteren Amazonasgebietes ist, wie die Tschernosem Europas, das Ergebnis der innigen Vermengung von Gesteinsdetritus mit mehr oder minder verkohlter Pflanzenspreu und der Durchtränkung dieses Gemenges mit den löslichen Produkten der Zersetzung der organischen Bestandteile. Die verkohlten Pflanzenteilchen färben das Gemenge schwarz. Die Zusammenschwemmung sowohl des anorganischen als des organischen Detritus findet am reichlichsten im Überschwemmungsbereiche entlang der Flüsse, zumal am Rande von Seen und Lagunen, oder im Igapó statt, dessen recenter Schlammboden in seiner Zusammensetzung vielfach derart mit der Schwarzerde übereinstimmt, daß man dazu gedrängt wird, die Verbreitungsstrecken der Terra preta für ehemaliges Igapó zu betrachten. Daher wird die Terra preta auch hauptsächlich entlang der Ströme angetroffen und natürlicherweise müssen ihre Ablagerungen auf den Plateaurändern und hohen Ufern der weiten Talebenen im allgemeinen älteren Ursprunges sein als jene des gegenwärtigen Talbodens. Ihrer Fruchtbarkeit wegen wurde sie schon in uralten Zeiten besiedelt und bebaut, wodurch das Vorkommen der zahlreichen Kulturreste in ihr erklärlich wird.

Die nähere Untersuchung der einzelnen mechanischen Bestandteile

der Terra preta ergab, daß fast der gesamte Humus in den feinen Anteilen konzentriert ist, während die gröberen Anteile nur spärliche Brocken organischen Ursprunges, hauptsächlich Wurzelstücke und Chitinfetzen, enthalten. Die Hauptmasse eines jeden mechanischen Bestandteiles bildet jedoch Quarz in mehr minder abgerollten Körnchen, wozu sich untergeordnet Feldspat, Hämatit und etwas Glimmer gesellen. Beim Ausglühen hinterläßt daher jede Terra preta einen weißen, schwach rötlichen oder gelbgrauen Rückstand, der wesentlich aus Kieselsäure besteht.

Die chemische Analyse der Schwarzerde XIII von Marurú lehrte, daß dieselbe vollkommen kalkfrei ist und die folgende Zusammensetzung besitzt:

Feuchtigkeit (bei 110° C.)	3.45 %
Glühverlust	19.02 „
Kieselsäure	72.55 „
Eisenoxyd und Tonerde	3.36 „
Alkalien (Natron und Kali) als Ergänzung auf 100	1.62 „
	100.00 %

Auch wenn der ganze Glühverlust als Humus aufgefaßt wird, bleibt sein Gehalt, der wohl in keiner anderen Schwarzerde des Amazonasgebietes höher befunden werden dürfte, unter 20 %, und nach der in Europa üblichen Definition der Humuskrume (mit mehr als 20 bis 50 % Humus) dürfte hiernach die Terra preta nicht einmal zu den humosen Böden gezählt werden. Eine humusreichere natürliche Bodenart gibt es im unteren Amazonasgebiete aber nicht. Daß sie trotzdem in ihrer mulmigen, sehr lockeren und schüttigen Beschaffenheit ziemlich vollkommen der europäischen Schwarzerde gleicht, wird vornehmlich durch ihren feinsandigen Charakter verursacht und ihre schwarze Farbe wird durch den reichlichen feinen Kohlenstaub bewirkt, welcher das mehr als ein Drittel der Masse bildende Bodenfeinste vorwiegend zusammensetzt und auch die gröberen Bestandteile als schwarzer Anflug einhüllt. Die feinsandige schwarze Gartenerde von Obidos (XI) ist am ärmsten, die aus mäßiger Tiefe stammende echte Terra preta von Marurú (XIII) am reichsten an kohligen Partikeln. Die von der Basis der Terra preta-Lage stammende Probe XII, welche sich äußerst scharf von dem gelbweißen Sandstein, dem sie aufruht, abhebt, enthält einige größere Brocken desselben, ohne daß aber sonst der eluviale Anteil in der Zusammensetzung des Bodens irgendwie hervorstechen würde. Gerade auf diesen Umstand kann als auf einen Beweis, daß die Schwarzerde hauptsächlich durch Zusammenschwemmung gebildet wurde, hingewiesen werden.

Die häufig gedüngte und bearbeitete, wohlgepflegte Erde aus dem Museumsgarten in Pará (XIV) steht in ihrer mechanischen Zusammen-

setzung der Terra preta anscheinend nahe, unterscheidet sich von ihr aber schon äußerlich dadurch, daß ihr das leicht Schüttige derselben mangelt, weil die humosen Bestandteile nicht in den feinsten Anteilen konzentriert, sondern im Gegenteil in den gröberen Anteilen von 10 bis 0.2 mm Durchmesser am reichlichsten vorhanden sind. Auch sind die organischen Beimengungen zumeist nur in geringerem Grade in Verwesung begriffen und nicht so völlig verkohlt, wie in der Terra preta, obwohl auch diese gepflegte Erde noch viel mehr, von dem landesüblichen Einäschern des trockenen Pflanzenbestandes herstammende Holzkohle enthält, als in irgend einer Schwarzerde Europas vorkommen mag. Durch Ausglühen wird die Erde rötlichgrau und der Glührückstand besteht wesentlich aus Quarzkörnchen und Hämatitschuppen. Der Glühverlust beträgt nicht weniger als 31.4%, so daß der verbrennbare Anteil etwa jenem der minder humosen Böden Europas gleichkommt. Man sieht, wie humusreich ein an sich sehr leichter Quarz-Sandboden durch intensives Düngen und gute Pflege auch in den Tropen werden kann.

Überhaupt ist es bemerkenswert, daß kein einziger der untersuchten Naturböden des unteren Amazonasgebietes humusfrei befunden wurde, wie die folgende Übersicht der Glühverluste der oben besprochenen 14 Bodenproben zeigt. Die zuweilen vorgebrachte Behauptung, daß in heißen Gegenden, zumal mit ausgesprochener Trockenzeit, humushältige Böden nicht vorkämen, hat für das Amazonasgebiet allenfalls keine Gültigkeit.

Der Glühverlust betrug in Gewichtsprozenten:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
6.02	4.70	2.12	3.06	6.50	8.48	6.60	10.35	7.13	8.24	15.20	16.88	22.47	31.40

In diesen Zahlen ist der Wassergehalt mit inbegriffen, welcher im allgemeinen um so geringer ist, je reicher der Anteil von Quarzsand in der betreffenden Bodenart ist. Er wurde nur in einigen Fällen durch Trocknen bei 110 bis 120° C. bestimmt und bewegt sich zwischen 1 bis 2.5%.

Die Übersicht zeigt, daß im Pflanzenboden des unteren Amazonasgebietes verbrennbare (organische) Substanzen um so reichlicher enthalten sind, je länger und intensiver derselbe der Agrikultur dient, und der auffallende Unterschied zwischen den natürlichen Kulturböden und dem gepflegten Gartenboden XIV lehrt, wie wichtig diesbezüglich die künstliche Beeinflussung der Erdkrume ist. Daß damit auch die Fruchtbarkeit erhöht wird, ist wohl selbstverständlich, es geschieht aber anscheinend nicht in der unmittelbaren und anhaltenden Weise wie in den gemäßigten Klimaten. Jedoch

liegen zur strengen Beurteilung der betreffenden Verhältnisse hinlängliche Beobachtungen noch nicht vor.

Muschelhügel.

Muschelhügel, sog. Sambakýs (eigentlich Tambakýs) oder Sernambýs gehören ohne Zweifel zu den allerjüngsten Alluvialbildungen des unteren Amazonasgebietes. Soweit sie künstlich aufgehäuft sind und Küchenreste vorstellen, was wohl zumeist der Fall ist, dürfte ihr Alter kaum nach einigen Jahrhunderten zählen und sie sind dann eigentlich, wie auch die großen indianischen Grabhügel (Tambatibis, Mounds), Objekte der Anthropologie und Prähistorie, nicht aber der Geologie. Indessen scheint die Annahme, daß manche dieser Hügel natürliche Muschelbänke von verhältnismäßig bedeutend höherem Alter sein können, nicht gänzlich von der Hand zu weisen zu sein.

Die Muschelhügel sind im unteren Amazonasgebiete weit verbreitet und zwar sowohl in der Litoralzone des Atlantischen Ozeans als auch an den Gewässern im Binnenlande, und je nachdem ist auch ihre Beschaffenheit eine verschiedene. Sie sind gewöhnlich unter, selten über 6 m hoch, bald mehr kuppen-, bald mehr wallartig geformt und bestehen meist aus einer Wechselfolge von Muschelschichten, teils mit, teils ohne Kohle und Asche, und von Sand- oder Tonlagen. Die Asche- und Kohlenschmitze, in deren Nähe die Muschelschalen öfters ausgebrannt zu sein pflegen, beweisen, daß die Muschelhügel wiederholt als Feuerplätze dienten, und da sich darin vielfach Fischknochen und andere Tierreste, sowie Steinwerkzeuge und Gefäßscherben vorfinden, so kann es keinem Zweifel unterliegen, daß enge Beziehungen zwischen diesen Muschelhaufen und den auf niedriger Kulturstufe stehenden Urbewohnern des Landes bestanden. Die Totenurnen und Menschenskelette, welche in manchen Muschelhügeln gefunden werden, beweisen, daß diese Hügel nicht nur als Besiedlungs-, sondern auch als Begräbnisplätze gedient haben.

Anderseits ist zu berücksichtigen, daß manche Sambakýs bei ansehnlicher Höhe nur aus mit Sand- und Humuslagen alternierenden Muschelschichten, oder ganz aus horizontalen Lagen bloßer Muschelschalen von vorherrschend, oder überhaupt einer einzigen Spezie aufgebaut sind, und nicht leicht zu begreifen ist, daß die Conchyliophagen bei ihren durch längere Pausen unterbrochenen jeweiligen Aufenthalten auf dem Sambaký jedesmal nur diejenige Muschelart dort verzehrt haben sollten, aus deren Schalen der Hügel sich von allem Anfang aufzuhäufen begonnen hatte. Für solche Fälle besitzt die Annahme von Muschelkolonien und von einer Zusammenschwemmung der Reste durch Wasser, also die Annahme echter Alluvien, wohl mehr Wahrscheinlichkeit, als jene der Aufschüttung durch Menschenhand. Sie wird außerdem unterstützt durch

das abgerollte und korrodierte Aussehen der Schalen, welches ganz an jenes der am Meeresstrande ausgeworfenen Muscheln gemahnt.

Die in der Meeresnähe befindlichen Muschelhügel bauen sich aus Meeresconchylien, jene im Binnenlande aus Schalen von Süßwassermuscheln auf, anscheinend durchwegs ohne Ausnahme, was besonders bemerkt zu werden verdient, weil man im Innern von Pará zuweilen der Behauptung begegnet, daß einer oder der andere Sambaký tief im Binnenlande aus Meeresconchylien bestehe. Es ist dies nicht zu verwundern bei der oft geradezu verblüffenden Gehäuseähnlichkeit zwischen zweifellosen Süßwasser- und sicheren Meeresbewohnern. So erhielt ich aus dem Tocantins oberhalb Alcobaça Melanien, die man für Cerithien ansehen könnte; bei Santarém fand ich gerippte Castalien, zum Verwechseln ähnlich gewissen Arcaschalen, ebenso hier und bei Obidos Ampullarien, die überhaupt im Gehäuse von Natica nicht zu unterscheiden sind, usw.

Von den Muschelhügeln der Litoralzone werden jene des Salgado der Gegend von Salinas und Bragança, namentlich von S. João das Pirábas, gegenwärtig behufs Kalkerzeugung abgebaut. Auf den Markt von Pará gelangten während meines dortigen Aufenthaltes solche Schalenkalke, Cal de Sernambý genannt, von zweierlei Beschaffenheit. Die eine Ware bestand ganz aus Schalen einer mittelgroßen Voluta (Vol. fusiformis Lah.?), die andere aus Mesodesma- und Lucinaschalen. Dieser Cal de Sernambý ist als sehr guter Weißkalk beliebt, und infolge des Abbaues verschwindet ein Muschelhügel der Pirábas-Gegend nach dem anderen. Früher wurde Kalk von ähnlicher Beschaffenheit auch aus den Sambakýs von Cintra und Pinheiro nach Pará verfrachtet. Ein ansehnlicher Sambaký besteht zum Teil noch nahe bei Cachoeira auf der Insel Marajó. Im Inneren des Landes sind Sambakýs am Tocantins oberhalb Alcobaça erst vor wenigen Jahren aufgedeckt worden. Eine Probe, die ich von dort (durch Herrn Dold) zur Untersuchung erhielt, bestand aus mit ziemlich viel grauem feinsandigem Ton vermengten Bruchstücken von Schalen verschiedener Nayadiden. Bekannter sind die großen Muschelhügel am südlichen Amazonasufer östlich von Santarém am Ayá-Bach, insbesondere bei der Ansiedlung Taperinha, die ebenfalls nur aus Nayadidenschalen (Unio, Castalia, Hyaria) bestehen, in den obersten Schichten aber auch Scherben von Tongefäßen enthalten. Sie wurden durch Jahre hindurch behufs Kalkerzeugung abgebaut und sind fast verschwunden. Ganz ähnlich beschaffen und nach der Ansicht von Smith von demselben Naturvolk aufgehäuft war ein Sambaký auf der Festlandsinsel Ilha de Muim zwischen dem Lago de Curuá und dem Lago de Tostão, auf der Südseite des die beiden Seen verbindenden Kanales. Diese kleine Terra firme-Insel liegt im Bereiche der Hochflut und wird regelmäßig überschwemmt. Ein Muschelhügel besteht hier allerdings nicht, allein im Varzeawald trifft man nebst Gerölle, aus welchem die Insel auf-

gebaut zu sein scheint, sehr reichlich Muschelschalen (besonders von Castalia sp.) und Scherben von Tongeschirren, ähnlich wie bei Taperinha. Die Keramik dieser alten Indianeransiedlung steht keineswegs auf der niedrigsten Stufe. (L. 17, 27, 33, 35.)

Große Muschelhügel sollen sich auch an den Ufern des Lago grande da Villa Franca und der dortigen Amazonaskanäle befinden. Was mir in Santarém als angeblich von dort stammend gezeigt wurde, waren durchwegs Gehäuse großer Ampullarien.

Mögen auch die meisten Sambakýs ihrer Entstehung nach keine geologischen Objekte sein, so besitzen sie doch in anderer Beziehung geologische Bedeutung. Manche, die aus sicheren Meeresconchylien aufgehäuft sind, befinden sich einige Kilometer weit vom jetzigen Meeresgestade entfernt, und die Conchyliophagen hätten müssen die Muscheln weit und zuweilen auf kaum erklärlichen Wegen vom Meere landeinwärts transportieren, wenn die Litoralzone schon damals dieselbe Gestaltung besessen hätte wie heutzutage. Eine natürliche Erklärung für diese Erscheinung bietet die Annahme geologischer Veränderungen im atlantischen Strandgebiete von Pará, speziell eines Zurücktretens des Meeres in den jüngsten Jahrhunderten*).

Auch die Binnenland-Sambakýs verraten durch ihre Lage gewisse Veränderungen in der Verteilung von Wasser und Land, die im geologischen Sinne erst unlängst stattgefunden haben müssen. Ein typisches Beispiel bietet die oben erwähnte Insel Muim, welche nicht, wie gegenwärtig, Überflutungen ausgesetzt sein konnte, als sie noch von Conchyliophagen bewohnt war. Auch die Lage der Muschelhügel bei Santarém und im Gebiete von Villa Franca beweist, daß noch vor wenigen Jahrhunderten die gegenseitige Verteilung von Wasser und Land in diesen Gegenden eine andere gewesen sein muß als heutzutage. Auf Muim wurde seitdem altes Festland abgetragen, bei Villa Franca neues Land aufgeschüttet.

Sand.

Die Sedimente, welche der Amazonas und die kleinen Flüsse des Nordteiles der atlantischen Küste Brasiliens dem Ozean zuführen, werden von diesem zum Teil wieder auf das Land zurückgeworfen. Es geschieht dies hauptsächlich durch die Flutwelle, während die ständigen Brandungswellen mehr zerstörend als aufschüttend wirken. Die Verteilung des Brandungsgereibsels sowohl als der von den Flüssen herbeitransportierten Sinkstoffe wird wesentlich durch die Küstenströmung beeinflußt, welche an der Küste von Pará im allgemeinen nach Nordwesten gerichtet ist.

*) Auf die Möglichkeit derartiger Veränderungen des sambakýreichen Strandgebietes von Rio Grande do Sul hat H. v. Ihering (Revista do Museu Paulista, I 1895, pag. 96) hingewiesen.

Daher ist das Gestade südöstlich von der Amazonasmündung viel ärmer an Küstenablagerungen als das Gestade von Guyana. Zwischen dem Gurupý und Amazonas ist die Küste auch viel stärker zernagt und gegliedert als zwischen dem Amazonas und Oyapok. Diese letztere ist eine Aufschüttungsküste, die ganz von flachen Sandbänken besetzt ist; die erstere dagegen ist zum großen Teil Abräumungsküste, an welcher sich allerdings an Uferausbuchtungen im Strömungsschatten ebenfalls veränderliche Untiefen und Barren bilden können. In ausgedehnter Weise geschieht dies jenseits des scharfen Umbuges der Küste an der Ponta da Tijóca. Das Gestade zwischen Curuçá und S. Caetano, die Bocca da Vigia, der Kanal von Porto Salvo (Rio da Vigia genannt) und die Bocca do Sul werden mehr und mehr versandet und Ortschaften, welche vor wenigen Jahrzehnten noch am Meere lagen, sind gegenwärtig mehr oder minder weit landeinwärts gerückt. Vigia selbst bietet hierfür ein beredtes Beispiel. Vor 50 Jahren war die Bocca gegen das Meer hin noch offen. Heute ist sie durch jugendliche Varzeainseln vertragen und der Kanal zwischen diesen und der Stadt verengt sich so rasch, daß zu befürchten steht, er werde in einigen Dezennien für größere Schiffe nicht mehr passierbar sein, wodurch die aufblühende Stadt vom Meere abgeschnitten wäre. Gewisse Seefische, die früher in der Bocca häufig gefangen wurden, werden seit ihrer Versandung dort nicht mehr gesehen. Mangrovestreifen, die sich vor Jahren knapp am Ufer hinzogen, sind landeinwärts verschoben und gehen ein oder werden von anderem Gehölz überwuchert.

Diese Erscheinungen lassen sich zwar mit einer Hebung, beziehungsweise einem Anwachsen des Strandes auf Kosten des Meeres, keineswegs aber mit einer Senkung in Einklang bringen, für welche Agassiz angebliche versunkene Wälder bei Vigia ins Treffen geführt hatte. Von derartigen Senkungsvorgängen vermochte ich jedoch bei keinem Vigienser etwas zu erfragen und auch sonst sprechen alle Erscheinungen an der atlantischen Küste von Pará dagegen.

Ebenso wie in dem geschilderten Falle entwickeln sich auch auf der Insel Marajó die ausgedehntesten Sandbänke im Strömungsschatten auf der Nordküste, wo sich selbst kleine Barken oft einige Kilometer vom durch Mangrovestreifen bezeichneten Ufer entfernt halten und bei aufmerksamer Beachtung der Verfärbungen des Wassers beständig den Kurs wechseln müssen, um nicht auf den Grund zu geraten. Dieser Teil von Marajó erfährt einen Landzuwachs, dessen Stabilisierung allerdings nur allmählich vor sich geht, weil die Sandbänke Umfang und Lage von Tag zu Tag verändern. Auf der Südseite hingegen wirkt der Strömungsanprall zerstörend, ebenso wie stellenweise an der Küste von Macapá*),

*) Aus diesen Tatsachen erklären sich die Angaben von J. M. da Silva Coutinho (L. 8, pag. 330) über das zerstörende Vordringen des Meeres bei den Leuchttürmen von

während die ganze Küste von Guyana, wie erwähnt, von einem breiten Aufschüttungssaum begleitet wird.

Sobald die jungen Anschwemmungen hoch genug aufgehäuft sind, um bei zurückgehender Flut aus dem Wasser aufzutauchen, sind sie der Umlagerung durch den Wind preisgegeben. Besonders der tonarme Sand trocknet überraschend schnell ab und wird dann vom Seewind landeinwärts getrieben und zu Dünen aufgehäuft. Die während der Trockenzeit oft monatelang anhaltende Windrichtung am atlantischen Gestade des Amazonasgebietes geht nach Westen bis Nordwesten, wodurch das Treiben der Dünen weit über die von der Seebrise unmittelbar bestrichene Uferzone hinaus zu erklären ist.

Der ganzen Küste entlang sind Dünen aufgeweht, aber freilich nicht ununterbrochen. Am guyanischen Gestade, namentlich, wo es sehr flach ist und ausgedehnte Sandbankbildungen vorhanden sind, ziehen sich die Dünen stellenweise in mehreren parallelen Zügen oft stundenweit hin, während sie an der zerrissenen Küste des Salgado zuweilen fehlen. Sehr oft werden sie durch einen Streifen Mangrovewaldes vom Meere geschieden.

Die Höhe der Dünen ist sehr verschieden, im Durchschnitt aber keineswegs bedeutend, was sowohl durch die leichte Beweglichkeit des feinen Sandes als durch die Stetigkeit der Richtung und die ansehnliche Stärke des Seewindes bewirkt wird, welche Faktoren eine Ausbreitung der Dünen in die Fläche und eine Verschiebung derselben landeinwärts anstreben, aber dem Anwachsen in die Höhe entgegenwirken. Die mittlere Höhe der Stranddünen dürfte 8 bis 10 m betragen; die höchsten, die ich auf Marajó sah, waren 16 m hoch. Die jüngsten und veränderlichsten sind kahl, die älteren, namentlich mehr landeinwärts gelegenen, oft mit Büschelgräsern, kriechenden Ipomäen, manchmal auch mit Sträuchern und Bäumen bewachsen. Die Seeseite der Dünen und der sandige Strandsaum pflegen weithin von Windfurchen bedeckt zu sein, deren ebenmäßig parallele Wellenlinien auf das Auge sehr ermüdend wirken.

Auf Magoarý beobachtete ich wiederholt entlang jener Stranddünen, deren Fuß bei Flut vom Meere bespült wird und an welchen sich bei Ebbe eine breite, flach zum Meere abdachende Ebene hinzieht, 2 bis 4 wie künstlich errichtete, auf große Strecken gleichmäßig anhaltende scharfe Stufen von 8 bis 15 cm Höhe und $^1/_2$ bis 2 m Breite, jedoch immer nur im feucht sandigen oder etwas schlammigen Material. Die naturgemäße Erklärung der Entstehung dieser Stufen, die im halbfeuchten Zustand fest genug sind, um darüber wie auf einer Treppe hinaufsteigen zu können, ist wohl die, daß sie beim Zurückweichen des Meeres durch

---

Salinas und Macapá ganz einfach. — Die unklaren Erwähnungen versunkener Wälder seitens Agassiz beruhen anscheinend nur auf Hörensagen oder auf irriger Deutung einer lokalen Beobachtung (bei Soure, L. 7, pag. 387).

ruckweises Setzen der Sedimente gebildet werden. Vielfach sind sie mit erbsen- bis bohnengroßen limonitischen Konkretionen besäet, wodurch sie auch für die Beobachtung aus der Ferne auffallend markiert erscheinen.

Der Dünensand des atlantischen Gestades des Amazonasgebietes ist durchwegs von sehr geringer Korngröße. Die Hauptmasse (im Mittel 75%) besteht aus Körnchen von 0.2 bis 0.05 mm Durchmesser. Als Beispiel möge die mechanische Analyse des Sandes der großen Düne bei S. João auf dem Kap Magoarý dienen.

Korndurchmesser in mm	1 bis 0.5	0.5 bis 0.2	0.2 bis 0.1	0.1 bis 0.05	Staub und Feinstes
Gewichtsprozente	3.18	15.42	42.14	36.50	2.76

Ein ähnliches Mengenverhältnis des Sandes zum Staub und Feinsten weist auch das Material anderer Stranddünen auf. Der Sand besteht zum allergrößten Teile aus Quarz, zu welchem sich nur noch ganz wenige andere Mineralbestandteile gesellen.

Die bezüglichen Untersuchungen wurden derart ausgeführt, daß zunächst der Glimmer mechanisch abgesondert und sodann mittels Methylenjodid von etwa der Dichte 3 die übrigen Bestandteile in zwei Gruppen geschieden wurden. Die spezifisch leichtere als die Lösung umfaßt hauptsächlich Quarz und Feldspate; die spezifisch schwerere: Augit, Amphibol usw. und Eisenminerale. Die erste Gruppe wurde mit Kieselflußsäure behandelt und hierdurch die Mindestmenge des Quarzes bestimmt. Die zweite Gruppe wurde zunächst mit dem Magnet behandelt, um den eventuell vorhandenen Magnetit zu trennen. Beide Gruppen wurden dann unter dem Mikroskop genau untersucht. In einer besonderen Probe wurde das Verbrennbare bestimmt.

In solcher Weise wurde der Sand I der großen Düne an der von einem Mangrovestreifen umsäumten Ostküste von Marajó nördlich von der Cambú-Mündung und II der Stranddüne bei Gloria am Nordgestade des Kapes Magoarý untersucht und die folgende Zusammensetzung ermittelt:

Bestandteile in Gewichtsprozenten	I	II
Glimmer	—	0.8
Quarz	92.2	93.2
Feldspate	3.4	2.0
Augit, Amphibol u. ä.	1.0	—
Hämatit, Limonit	2.8	2.9
Verbrennbar	0.6	1.1
	100.0	100.00

Diese prozentuale Zusammensetzung des Dünensandes ist der mangelhaften Trennungsmethoden wegen natürlich nicht ganz genau. Der Anteil des Quarzes dürfte etwas größer sein als die Analyse angibt, das Quantum des Feldspates dagegen geringer. Der letztere ist vorwiegend Orthoklas. Der Glimmer in der Probe II war gebleichter Biotit. Die pelluciden Körnchen mit einem höheren spezifischen Gewicht als 3 sind hauptsächlich Augit. Der Limonit und teilweise auch der spärliche Hämatit dürften Neubildungen sein, alle übrigen Minerale besitzen die mikroskopische Beschaffenheit von Gemengteilen kristallinischer Gesteine; insbesondere weisen der Charakter und die Einschlüsse des Quarzes auf Granit beziehungsweise kristallinische Schiefer hin.

Auch im Innern des unteren Amazonasgebietes finden Anhäufungen von Sand statt, die jenen am Meeresufer gleichen, wenn sie ebenfalls vom Winde aufbereitete Anschwemmungen vorstellen, was z. B. in den Ebenen entlang der Flüsse und in den flachen Becken auf den Plateaus der Fall ist. (Vergl. den Abschnitt über den Tijuco, S. 56.) Verschiedenen Ursprunges sind die äolischen Aufbereitungen der Erosionsprodukte offen liegender Felsmassen, wie z. B. am südlichen Saume des guyanischen Hochlandes. Im Litoralgebiete können Sandanhäufungen auch von ehemaligen Dünen des rückschreitenden Meeres herstammen. Welcher Herkunft der Sand des Binnenlandes auch sein mag, in jedem Falle unterliegt er während der Trockenzeit der Seigerung und Verfrachtung durch den Wind.

Auf einem Untergrund von hartem Gestein, wie z. B. auf den quarzitischen Devonsandsteinen der Ebene von Ereré, bleibt der Sand nicht in einer zusammenhängenden Decke haften, wohl aber schon auf leichter zersetzbaren Sandsteinen und Tonschiefern. Immerhin ist auch hier die Bedeckung keine mächtige, so zwar, daß sie infolge der beständigen Verschiebungen oft den Untergrund durchblicken läßt. Wo jedoch der Sand das aufbereitete Residuum jüngster Anschwemmungen ist, wie z. B. auf den meisten Inundations-Campos (vergl. S. 12), dort kann er sich bei ansehnlicher Mächtigkeit in flachen Wellen über ausgedehnte Landstrecken ausbreiten und sich auch zu Dünen aufhäufen, deren Wanderungen in diesen wüstengleichen Gebieten nach gewissen fixen Objekten leichter zu beobachten und zu messen sind als die Wanderungen der Dünen am Meeresstrande. Daher begegnet man zuweilen bei den Einheimischen der Behauptung, daß Camposdünen in der Nähe von Wohnhäusern rascher wandern als im freien Feld. (L. 55.) Da die Stoßentfaltung des Windes in den Campos keine so ungehemmte sein kann wie am Meeresufer, ist auch die Entwicklung der dortigen Dünen selten eine anhaltende, sondern eine gewissermaßen zerstückelte und in der Richtung wechselnde.

Die Korngröße des Binnenlandsandes, der bei der großen Ausdehnung

der Campos im unteren Amazonasgebiete zu den verbreitetsten quartären Bildungen gehört, ist je nach seinem Ursprung sehr verschieden und außerdem immer viel ungleichmäßiger als beim Sand der Meeresküste.

Zum Beleg mögen die folgenden mechanischen Analysen: I des Sandes vom Campo bei Ereré nordwestlich von Monte Alegre und II des Sandes vom kleinen Campo südlich von Santarém dienen.

Korndurchmesser in mm		über 3 mm	3 bis 1	1 bis 0.5	0.5 bis 0.2	0.2 bis 0.1	0.1 bis 0.05	Staub und Feinstes
Zusammensetzung in Gewichtsprozenten bei:	I	3.6	10.4	30.5	25.2	13.3	10.5	6.5
	II	—	14.2	28.5	10.4	34.6	7.5	4.8

Der relativ hohe Prozentsatz von Körnern über 1 mm Durchmesser sowohl als auch die ziemlich gleichmäßige Beteiligung verschiedener Korngrößen beweisen, daß die zerreibende Kraft bei der Sandbildung im Binnenlande eine im allgemeinen geringere und unregelmäßigere ist als am Meeresufer, und erklären zugleich die mindere Fähigkeit des Binnenlandsandes Dünen zu bilden. Denn nur der feine Sand unter 0.2 mm Durchmesser wandert vor dem Winde leicht dahin und kann sich unter geeigneten Verhältnissen zu Dünen aufhäufen, während der gröbere Sand auch vom starken Winde nur schwerfällig am Boden hingetrieben wird und sich daher nur am Flugsand beteiligt. Das durch die veränderlichen Windrichtungen bedingte Hin- und Hertreiben des Sandes muß im Binnenland beständig wechselnde Mischungen des schwer beweglichen gröberen mit dem leicht wandernden feinen Sande hervorbringen.

Die petrographische Zusammensetzung des Binnenlandsandes wird zwar mehr oder minder deutlich von der Beschaffenheit der in der Umgebung anstehenden Gesteine beeinflußt, in jedem Falle ist jedoch auch bei ihm Quarz das durchaus vorherrschende Mineral. Als Beispiel seien die Ergebnisse der bezüglichen Untersuchung des Sandes beider oben genannten Campos: I (Ereré) und II (Santarém) sowie III des Sandes vom Campo nordöstlich von der Serra Itauajurý angeführt.

Bestandteile in Gewichtsprozenten	I	II	III
Glimmer	0.1	—	—
Quarz	87.7	96.0	97.4
Feldspat	2.5	1.8	0.9
Augit, Amphibol u. ä.	2.2	—	0.7
Hämatit, Limonit	4.8	2.1	0.3
Magnetit und Titaneisen	1.4	—	0.3
Verbrennbar	1.3	0.1	0.4
	100.00	100.00	100.00

Im Ererésand besteht der hohe Anteil an Eisenmineralen wesentlich in Limonit, welcher stellenweise auch in größeren Bohnen vorkommt. Augit, meist in Hornblende umgewandelt, Magnetit und Titaneisen entstammen in allen Binnenlandsanden ohne Zweifel zersetzten Euptivgesteinen, vornehmlich Diabasen, ebenso wahrscheinlich der Plagioklas, während der Orthoklasanteil des Feldspates, der Glimmer und hauptsächlich der Quarz unmittelbar zwar aus zersetzten Sandsteinen, ihrer Beschaffenheit nach ursprünglich aber aus Granit oder kristallinischen Schiefern herrühren.

Bemerkenswert ist, daß auch aller Flußsand im unteren Amazonasgebiete ganz vorwaltend aus Quarz besteht und zwar nicht nur bei jenen Strömen, die hauptsächlich über kristallinische Gesteine und Quarzsandsteine hinwegrinnen, wie der Tocantins, Xingú, Trombetas, sondern auch bei jenen, die auf weite Strecken im Kalk dahinfließen, wie der Tapajós von Bom Jardim abwärts. Man sollte erwarten, im Flußsande des letzteren Stromes unterhalb des Kalkgebirges einen beträchtlichen Anteil von Kalksteinkörnchen anzutreffen. Es ist indessen nicht so, sondern Kalk fehlt im Sande fast vollständig, wohl aber entfällt ein mehr oder minder bedeutender Anteil auf die Kieseleinschlüsse der Kalksteinschichten: Jaspis, Eisenkiesel, Hornstein, Achat u. ä. Der höchste Kalkgehalt (1.8 %) wurde im Sand einer Ufersandbank knapp südlich von Miritituba angetroffen, dessen Gesamtzusammensetzung die folgende war:

Kalkstein	1.8 %
Quarz, wasserklar	80.5 „
Eisenkiesel, Jaspis, Achat, Cacholong, Hornstein	14.1 „
Feldspat (bezw. Porphyrgereibsel)	1.3 „
Limonit	2.3 „
	100.0 %

Alle anderen untersuchten Sande des Tapajós-Flusses erwiesen sich ärmer an Kalksteinbrocken und relativ reicher an Quarz. Offenbar werden der Kalkstein und ähnliche minder harte Gemengteile durch den Transport so zertrümmert und zerrieben, daß sie aus dem Sand von bestimmter Korngröße herausgespült und wohl nur in Form von schlammiger Wassertrübung flußabwärts befördert werden, oder aber der chemischen Auflösung verfallen.

Von besonderer Bedeutung sind die mächtigen Sandschichten, welche ein Glied des Diluviums der Amazonas-Tiefebene bilden. Sie sind in den meisten Fällen das Ergebnis wiederholter Umlagerungen des Sandes aus zerrütteten älteren Sandsteinen, seltener vielleicht direkte Anhäufungen von diluvialem Dünen- und Steppensand.

In der Umgebung von Pará und am untersten Tocantins erreichen sie zuweilen bedeutende Mächtigkeiten und werden von Tonen und sandigen

Tonen bedeckt, sowie von undurchlässigen Schichten unterlagert, weshalb sich in ihnen große Mengen von Grundwasser ansammeln können, welche für dieses relativ reich bevölkerte Gebiet von Wichtigkeit sind. (Vergl. S. 51 ff.) Die Sande selbst werden für Bauzwecke gewonnen.

Der völlig unregelmäßige, sozusagen von Aufschluß zu Aufschluß wechselnde Schichtenverband dieser Sande, unter gleichzeitiger auffallender Veränderlichkeit ihrer Mächtigkeit und oft auch ihrer Beschaffenheit, beweist zur Genüge, daß es sich hier nicht um ursprüngliche Ablagerungen, sondern um lokal vielleicht mehrmals umgelagerte Sedimente handelt. Dies beweisen ferner auch die abgerollten Blöcke von Eisensandstein (Parástein), die sich darin unregelmäßig verteilt vorfinden, ferner die ordnungslos nester- und butzenweise darin eingeschlossenen gröberen Gerölle und eisenschüssigen Konkretionen, welche von den Sandgräbern Mataöcës genannt werden, und insbesondere die verworrene, der Kreuzschichtung ähnliche Lagerung, welche an sich ein beredter Beweis der stoßweise erfolgten Umlagerung dieser Sedimente ist. Wie wechselnd die Schichtenfolge zu sein pflegt, mögen die folgenden Beispiele dartun.

In einer Sandgrube am äußersten Ende der Rua 3 de Maio (Terrenos de Mata-te bem) fand ich von oben herab die folgende Schichtenreihe entblößt:

Humuserde 20 cm; grauer Ton 45 cm; hellgrau und gelb gestreifter sandiger Ton 60 cm; gelber eisenschüssiger Sand, durchschossen von tonigen rostfarbigen Bändern 2 m; weißer, fast reiner Quarzsand 2.80 m. Gesamttiefe der Sandgrube 6.05 m.

In der Fortsetzung der Estrada dos Mundurucús, kaum 1.5 km nordöstlich von hier, war die Schichtenfolge in einer anderen Sand- und Steingrube von oben herab: Sandige Erde mit abgestorbenen Pflanzenresten 15 cm; roter sandiger Ton mit Blöcken von Parástein 1.8 m; eisenschüssiger grober Sand 60 cm; gelb und grau gebänderter Ton 30 cm; Sand, schlierenweise eisenschüssig, sonst weiß 2.40 m. Der Sumpf der Grube war mit milchig getrübtem Wasser ertränkt. Tiefe der Grube bis zum Wasserspiegel 5.25 m.

Mehr als 6 m tiefe Sand- und Schottergruben sind in den Niederungen im Osten von Belém nicht vorhanden. Tiefere Aufschlüsse bieten Brunnen, die aber im Weichbilde der Stadt auch selten mehr als 10 m Tiefe besitzen. In einem, im Abteufen befindlichen Brunnen in derselben Estrada dos Mundurucús, etwa 600 m westlich von der eben erwähnten Sandgrube, war die folgende Schichtenreihe von oben herab offen: Etwas humoser Sand 50 cm; sandiger Ton 30 cm; weißer, von rostigen Bändern durchzogener Ton 1.40 m; grober Quarzsand, eisenschüssig, mit haselnußgroßen Limonitkonkretionen 3 m; hellgrauer Ton 40 cm; sandiger, hellgrau und rot gebänderter Ton mit faust- bis kopfgroßen Geröllen von Eisensandstein 1.60 m; weißer, etwas toniger Quarzsand 1.20 m.

Die Gesamtteufe des Brunnens hatte am Tage der Profilabnahme 8.2 m erreicht, ohne daß man auf Wasser gestoßen wäre. Nach der Höhenlage der Ansatzstelle hätte dies aber 3 m tiefer erfolgen müssen.

Diese Beispiele beweisen, wie veränderlich die Mächtigkeit und Reihenfolge der Sandschichten schon auf kurze Erstreckungen sein kann. Profile von entlegenen Punkten sind noch mehr verschieden, so daß ein direkter Vergleich unmöglich wird, weil jedes charakteristische Schichtenglied, entsprechend der ungleichmäßigen Umlagerung, seine relative Lage und seinen Verband von Ort zu Ort verändert. Im großen ganzen liegen in der Umgebung von Pará, im Salgado und am Tocantins bis über Cametá hinauf vorherrschend Sande unten, tonige Schichten oben; auf Marajó bei Soure Tone unten, Sande darüber; bei Breves, Gurupá und Obidos ist die Schichtenreihe von Sanden und bunten Tonen in den Diluvien eine wechselreiche, jedoch herrschen Tone vor. Dasselbe gilt vom unteren Tapajós. Am Tocantins von Cametá aufwärts, namentlich bei Mocajuba, überwiegen dagegen Sande.

Für die oft schwierige Abgrenzung des Diluvium vom Neogen ist beachtenswert, daß, soweit die bisherigen Erfahrungen reichen, alle Ablagerungen des unteren Amazonasgebietes, in welchen lose Sande eingeschaltet sind, oder worin sie gar vorherrschen, dem Quartär angehören.

Ton und Lehm.

Die feinsten tonigen Anschwemmungen der Flüsse und die zartesten Niederschläge der stagnierenden Lagunen und Seen bilden Ton und Lehm. Recente Bildungen dieser Art sind im unteren Amazonasgebiet gegenüber dem stets sandigen Tijuco nur wenig verbreitet. Durch Umlagerung älterer, zumal tertiärer Tongesteine, insbesondere geschichteter Tone und Schiefertone, sind jedoch vielerorts mächtige Tonablagerungen entstanden, die ein wichtiges Glied der quartären Schichtenreihe vorstellen und auch in praktischer Beziehung Bedeutung besitzen.

Lehme, die begierig Wasser aufsaugend doch nicht völlig plastisch werden, sind seltener als plastische Tone verschiedener Qualität, welche zu den verbreitetsten diluvialen Gesteinen der Amazonasniederung gehören. Beide sind sehr kalkarm, oder ganz kalkfrei und mehr minder kieselsäurereich, zumeist auch etwas sandig. Ihre Eignung zu feinen Tonwaren würde dadurch indessen weniger beeinträchtigt, als durch den fast stets vorhandenen Eisengehalt, welcher durch keine Aufbereitung zu eliminieren ist. Reinweiße hochkaolinische Tone sind unter den umgelagerten Diluvial-Tongesteinen nur untergeordnet verbreitet, so daß eine Separierung von den eisenschüssigen Bändertonen in lohnender Weise kaum durchführbar wäre.

Die Tone sind meist hellfarbig, grau, rötlich, gelb, der Lehm dunkelgrau oder rot. Stärkere Schichten von gleicher Farbe und gleicher

Beschaffenheit sind selten; gewöhnlich wechseln Lagen von verschiedener Farbe und verschiedener Feinheit miteinander ab, wodurch bunte Bändertone entstehen. An der Oberfläche, namentlich im Bereiche der Durchtränkung mit Hoch- und Stauwasser, herrscht die rote Farbe durchaus vor; tiefer im Innern tritt sie gegenüber der grauen und gelben mehr zurück.

Die meisten diluvialen Tone enthalten regellos eingestreut Quarzgerölle von Erbsen- bis Faustgröße und wechsellagern mit Sanden, oder sandigen Tonen, wofür oben (S. 80) einige Beispiele angeführt wurden. Sehr schöne diesbezügliche Profile sind auch am unteren Tocantins, namentlich bei Baião, Mocajuba und Cametá; am Tapajós von Boim und Aveiros abwärts und am Trombetas von der Mündung bis über Oriximiná hinauf aufgeschlossen. Die vorherrschend rotgefärbten Uferwände erreichen hier überall bis 20 m Höhe und bestehen vornehmlich aus von Sanden unterlagerten oder von ihnen durchschossenen Tonen. Nicht selten sind den Tonen auch Schotterschichten oder mehr minder verfestigte Geröllinsen eingeschaltet und eigentlich im ganzen nur untergeordnet sind sie in bemerkenswerter Mächtigkeit auch fast rein entwickelt. Dies ist namentlich der Fall im Gebiete zwischen dem Mojú und Tocantins, am Unterlauf dieses letzteren Stromes selbst, zwischen ihm und dem Anapú, im Gebiete von Gurupá, in der Gegend von Monte Alegre namentlich am Igarapé assú, bei Obidos und am linken Ufer des untersten Trombetas.

Im allgemeinen können die den untersten Lauf der Ströme und Flüsse des unteren Amazonasgebietes begleitenden und die tiefsten inneren Uferterrassen bildenden Tongesteine als diluvial angesehen werden. Eine scharfe Trennung von den petrographisch übereinstimmenden tertiären Tonen ist aber kaum irgendwo durchzuführen, da Aufschlüsse, welche den Schichtenverband hinlänglich enthüllen würden, außerordentlich selten sind. Die Unterlagerung durch Sande oder die unregelmäßige Einschaltung von losem Sand und Schotter innerhalb der Tone ist nebst ihrer verworrenen inneren Schichtung und den Einschlüssen von abgerollten und abgewitterten Sandsteinblöcken (Parástein) das Hauptkennzeichen der erfolgten Umlagerung und des diluvialen Alters derselben.

Die offene Mächtigkeit der diluvialen Tone des unteren Amazonasgebietes beträgt kaum irgendwo mehr als 20 m, bleibt aber meist erheblich darunter. Fossilien wurden in ihnen bis jetzt keine aufgefunden, wie denn überhaupt das Amazonasquartär bisher keine sicher deutbaren Versteinerungen geliefert hat.

Die Qualität der Tone ist eine für ihre technische Verwertung günstige; es ist jedoch diesbezüglich bisher nur wenig unternommen worden. Im größern Umfange werden die sandigen Tone und Lehme zur Ziegelfabrikation verwendet, insbesondere im Mojúgebiete, wo in

Barcarena eine Dampfziegelei mit Ringöfen für die Erzeugung der zu Hochbauten in Pará allgemein benützten Hohlziegel in lebhaftem Betriebe steht. Die Fabrikation von besseren Tonwaren beschränkt sich auf Kacheln und glasierte Röhren (eine Fabrik im ganzen Gebiete) und auf die landesüblichen gewöhnlichen Töpferwaren, die hauptsächlich auf den Inseln westlich von Pará, im Bezirke von Abaeté und im Innern bei Gurupá, Monte Alegre und Obidos erzeugt werden. Wie vortrefflich sich das Tonmaterial des unteren Amazonasgebietes für keramische Zwecke eignet, beweisen die primitiv aus feinsandigem Ton hergestellten

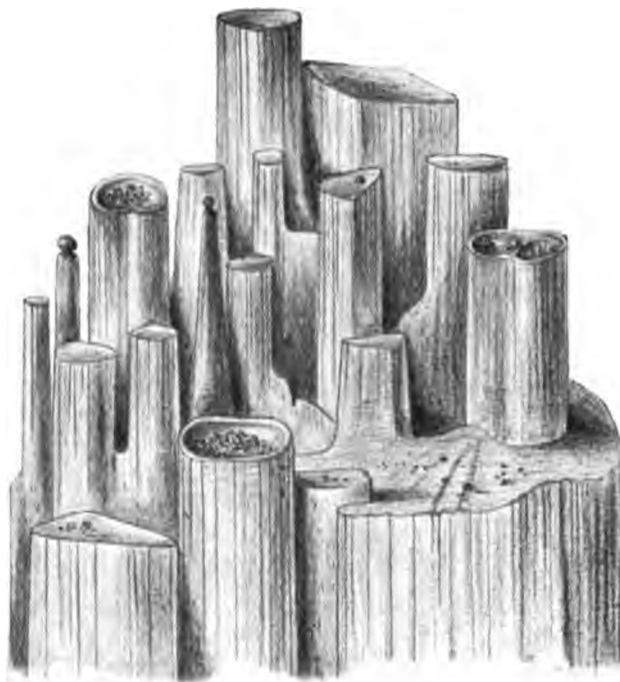


Abb. 9. Erosionssäulchen (z. T. mit Gipfelnäpfchen) und kleine Erdpfeiler im sandigen Ton bei Obidos.

und doch vielfach in der Form und Zeichnung gleich wunderbaren Erzeugnisse indianischer Töpferei der vor- und nachcolumbinischen Periode.

Die sehr sandigen und geschiebereichen Tone oder tonigen Sande entziehen sich einer Verwertung in der Tonindustrie, werden aber gesiebt als Bausand verwendet und sind auch insofern praktisch wichtig, als sie die Hauptlagerstätte der Blöcke des Eisensandsteines sind, welcher als Baustein im ganzen Amazonasgebiet überall gewonnen wird. An den steilen Uferlehnen, wo diese Tone am Tage liegen, kann man an ihnen häufig durch den Regen bewirkte, eigentümlich säulenartige, vielfach von kleinen Erdpyramiden begleitete und in der Entstehung diesen

analoge Erosionsformen beobachten, besonders schön in den Lehnen westlich bei Obidos. (Abb. 9.) Diese Säulchen und Stengel von selten mehr als 20—30 cm Höhe tragen oft am Gipfel flache Näpfe mit grobem Quarz- und Feldspatsand, welcher der Abtragung der unmittelbaren Unterlage einen ebensolchen Widerstand entgegensetzt und in Bezug auf die Ausmodellierung der Säulchen dieselbe Rolle spielt, wie einzelne größere Gerölle bei der Entstehung von Erdpfeilern. Erscheinungen dieser Art von bedeutenden Dimensionen habe ich jedoch im unteren Amazonasgebiete nirgends wahrgenommen.

An den Uferlehnen, namentlich am Tocantins und Tapajós, sieht man sehr oft in den sandigen Tonen 1—2 m oberhalb der Tiefwasserlinie zahllose Löcher. Es sind dies die Mündungen von meist etwas schräg nach aufwärts gerichteten, beiläufig 50 cm tiefen Röhren von etwa 5—8 cm im Durchmesser, welche vom Acarý-Fisch in das Gestein gebohrt werden. Auch lufttrocken recht feste Sandsteine trifft man häufig von solchen Löchern besäet, die auszubohren dem Fisch wohl nur im vollkommen vom Wasser durchtränkten und mürbe gewordenen Gestein möglich ist.

Es dürfte schließlich nicht überflüssig sein zu bemerken, daß die roten und bunten Tone des Amazonasgebietes nichts mit Laterit zu tun haben.

Gesteinstrümmer. Gerölle. Schotter. Diluviale Konglomerate.

Eluvialer, an Ort und Stelle durch Zerfall anstehender Felsmassen oder durch Herauswittern von widerstandsfähigen Einschlüssen aus leichter verwitterbaren Gesteinen entstandener Gesteinsschutt ist im unteren Amazonasgebiet recht verbreitet. Insbesondere sind es große Campoflächen im Gebiete von Macapá und Mazagão, ferner nördlich von Alemquer und Monte Alegre, sowie bei Faro und südlich von Santarém, welche mit Trümmern der darunter anstehenden Gesteine bedeckt sind, weshalb diese Campos auch zum Unterschied von den Sandcampos als Steincampos bezeichnet zu werden pflegen. Die in den carbonischen Kalksteinen enthaltenen Einschlüsse von Hornstein, Halbjaspis und Quarz wittern heraus, ebenso wie die Quarzgänge, welche in den verschiedenen sedimentären Formationen und Eruptivgesteinen aufsetzen. Es entsteht dadurch Schutt und Grus, wie jener aus kantigen Brocken verschiedener Quarzabarten zusammengesetzte am Tapajós, oder der Hornsteinschutt am Tocantins, oder der (nach Angaben von L. Castro und Melchior R. Coelho) fast nur aus Gangquarz bestehende Grus am mittleren Araguarý und Gurupý. Auch durch Zerfall von Eruptivgesteinen können Trümmer entstehen, wie dies z. B. in der Gegend von Ereré und im Gebiete zwischen dem Rio Curuá und Maecurú mit Diabasen geschieht. Alle diese Gesteinschuttmassen bilden sich auch gegenwärtig fortwährend und gehören mit zu den jüngsten Quartärgesteinen.

Wo eine Verfrachtung des Gesteinschuttes durch fließendes Wasser möglich ist, wird er abgerollt und es entstehen Geschiebe und Gerölle, die sich entweder lose über die flachen alluvialen Sandufer ausbreiten oder, gewöhnlich durchschossen von Sand- oder Tonschichten und dadurch mehr oder minder deutlich gebankt, sich zu manchmal recht mächtigen Schotterablagerungen anhäufen. Dieselben sind im Vergleich mit den sandigen und tonigen Ablagerungen nur wenig verbreitet, hauptsächlich entlang der Flüsse auf der inneren Seite der Stromwindungen und unterhalb der Katarakte.

Ansehnliche Ablagerungen dieser Art befinden sich am Tapajós von den unteren Wasserfällen abwärts etwa bis Brazilia Legal. Hier sind die Gerölle und Geschiebe allerdings nur zum geringen Teile unmittelbare Ergebnisse der mechanischen Tätigkeit des Stromes, sondern entstammen vornehmlich zerrütteten (permischen?) Konglomeraten, aus welchen freigeworden, sie vom Fluß weiter transportiert und an geeigneten Stellen wieder abgelagert werden. Diese umgelagerten Gerölle sind zum Teil neuerdings verkittet und bilden nun abermals Konglomerate von gewöhnlich minder fester Beschaffenheit. Es kann vorkommen — oberhalb Curý und zwischen Itaituba und Bom Jardim liegen solche Fälle vor —, daß diese diluvialen sekundären Konglomerate unmittelbar auf den alten ursprünglichen Konglomeraten auflagern, worauf es zuweilen schwer hält — da die Gerölle dieselben sind und die Lagerung eine fast horizontale ist —, die beiden so verschieden alten Gebilde voneinander zu trennen. Einen Anhalt hierfür bieten hauptsächlich das mürbere Bindemittel und die sandigtonigen Zwischenlagen der diluvialen Konglomerate. Diese selbst werden gegenwärtig wieder zerrüttet und die dadurch neuerdings transportfähig gewordenen Gerölle bedecken und begleiten zunächst als jüngster Alluvialschotter die ältere Mutterablagerung, ehe sie vom Hochwasser talwärts verfrachtet werden. Insbesondere ist es der bei Niederwasser jeden Strom des Amazonasgebietes beiderseits begleitende ebene Strand (Práia) am Fuße der hohen Uferböschungen, welcher stellenweise von alluvialem Kies und Schotter bedeckt ist und eine wahre Musterkarte der am oberen Flußlauf anstehenden Gesteine darbietet. Am Tapajós abwärts und aufwärts von Itaituba bilden diese Ablagerungen ein Gemisch von weither zugetragenem und von eluvialem Schotter, welcher die ausgiebigste Fundstätte der ausgewitterten verkieselten Carbonversteinerungen und der verschiedenen Quarzabarten ist, welche den dort anstehenden Kalksteinen entstammen. Auch die offenbar den einzelnen Ruhephasen des steigenden und fallenden Flusses entsprechenden terrassenartigen Längsstufen der Uferlehnen pflegen von Sand, Grus und Gerölle bedeckt zu sein, wobei sich die eigenartige, aber durch die rollenden Bewegungen des Wassers leicht erklärliche Erscheinung geltend macht, daß die größten Gerölle knapp an

der Absturzkante der Stufen in langen Reihen zu liegen pflegen, während die Flächen der Staffeln durch feineren Kies und Sand ausgeebnet sind, wie es in dem genau nach der Natur aufgenommenen Querschnitt des hohen Tapajósufers etwa 1 km südlich vom Munizipalhaus von Itaituba (Abb. 10) veranschaulicht wird.

Diese Uferstrecke zeigt in vortrefflicher Weise auch die Gliederung der diluvialen Schotterablagerungen, welche von oben herab die folgende ist:

1.	Erdreich	0.5 m
2.	Loses Gerölle und darunter wenig festes Konglomerat mit mürbem sandigem Bindemittel	5.2 „
3.	Sandiger Ton, weiß und hellrot gestreift, mit rostig braunen Flecken	4.5 „
4.	Konglomerat mit sandigem festem Bindemittel	1.5 „
5.	Toniger Sand, eisenschüssig	1.0 „
6.	Lose Gerölle, mit Schmitzen von tonigem Sand	0.6 „
7.	Feinsandiger, rötlichgrauer Ton	0.3 „
8.	Kleinkörniges Konglomerat, wenig fest	0.5 „
9.	Toniger Sand, rostbraun	0.8 „
10.	Kleinkörniges Konglomerat, sehr fest	0.6 „
11.	Grauer Ton mit einzelnen Limonitkonkretionen	0.5 „
12.	Toniger Sand	0.4 „
13.	Mürbes Konglomerat in Bänken von 0.2—0.5 m Mächtigkeit, durchschossen von meist unter 0.3 m starken Schichten von rötlichem oder weißem sandigen Ton . . . . ca.	3.0 „

Bei höchstem Wasserstand des Tapajós (im Februar) sind alle diese Schichten bis auf die drei obersten vom Wasser bedeckt und tauchen daraus bei sinkendem Wasserstand allmählich hervor. Die obersten, welche vom Hochwasser nicht mehr erreicht werden, haben einen ziemlich gesicherten Bestand, da sie nurmehr der minder heftigen subäolischen Abwitterung unterliegen. Die vom Wasser überfluteten dagegen erfahren jährlich Umgestaltungen durch die jeweilig veränderte Erosion, indem eine Stufe vom Vorjahr in mehrere zerlegt, mehrere andere dafür in eine verbunden werden können. Die Gesteinsbeschaffenheit ist dabei insofern ausschlaggebend, als die Stufenplatten immer vom widerstandsfähigeren Gestein gebildet werden, ohne daß aber die Stufenhöhe einer einzigen Gesteinsbank entsprechen müßte. (Z. B. 6 und 7, 10 und 11 in Abb. 10.) Die Längsausdehnung dieser, übrigens keineswegs häufig zu beobachtenden Uferstaffeln beschränkt sich immer nur auf einen bescheidenen Teil der Talwand, was sich aus dem starken Wechsel, welchen die Zusammensetzung der Ufer aufweist, leicht erklärt. Weithin anhaltende Längsstufen an den Talwänden der großen Flüsse

des Amazonasgebietes sind sicher nicht so sehr durch die Erosion, als durch erhöhte Sedimentaufschüttung bewirkt, weshalb sie auch nicht horizontal, sondern talabwärts geneigt verlaufen.

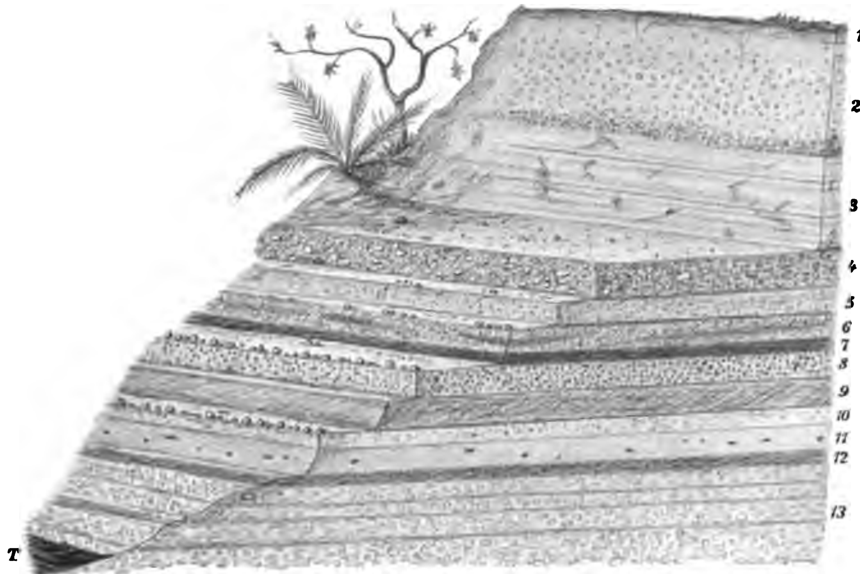


Abb. 10. Profil der Quartär-Ablagerungen in der Nähe von Itaituba am Tapajós. (Die Zahlen 1—13 entsprechen jenen des Profiles auf S. 86. *T* Tapajós.)

Wie veränderlich die Uferdiluvien in ihrer Zusammensetzung sind, möge die Tatsache beweisen, daß etwa 500 m südlich vom beschriebenen Aufschluß auf derselben linken Tapajósseite das folgende Profil offen liegt:

Erdreich mit großen Geröllen	0.6 m
Durch erdig-sandiges Bindemittel lose verfestigter Schotter .	1.5 „
Wenig festes Konglomerat mit einzelnen lenticulären Lagen loser Gerölle	3.0 „
Grauweißer sandiger Ton	0.8 „
Roter Ton	0.6 „
Weißer, unregelmäßig rot und gelb gestreifter Ton . . .	1.0 „

In einem Bacheinriß, 2.5 km westlich von Itaituba, zeigt das Diluvium die folgende Gliederung:

Mit Sand und Erde reichlich vermischter Schotter	2.5 m
Ziemlich festes Konglomerat	0.5 „
Roter sandiger Ton	2.0 „

Der Höhenlage nach entspricht dieses letztere Profil den obersten, das vorherige den tiefsten Lagen des Profiles südlich vom Munizipalgebäude und es kann daraus entnommen werden, wie rasch und voll-

ständig sich die Ausbildung der Diluvien auf relativ kurze Entfernungen verändern kann. Im letzteren Profil ist die Unterlage nicht ersichtlich; bei den beiden ersten Profilen wird sie von Carbonkalken gebildet. Diese treten streckenweise bis in den Strom hinein, streckenweise sind sie von ihm durch mehr oder minder breite diluviale und alluviale Aufschüttungen geschieden, die daher gewissermaßen breite flache Becken oder Nischen im Grundgebirge ausfüllen und in jedem davon eine im einzelnen verschiedene Ausbildung aufweisen. Am untersten Stromstück, etwa von Brazilia Legal abwärts, sind sie mehr im Zusammenhang und einheitlicher entwickelt.

Die Gerölle sowohl der losen Schottermassen als der diluvialen Konglomerate sind zumeist etwa eigroß, häufiger kleiner als größer. Die meisten sind Quarz oder Quarzit. Am Tapajós kommen dazu mancherlei grüne Eruptivgesteine, roter Porphyr, Sandsteine verschiedener Art, Jaspis, Hornstein, Eisenkiesel, Cacholong, lokal auch Kalkstein und dem Carbonkalk entstammende Mineralgeschiebe und verkieselte Fossilien. Die letzteren sind, wie oben bemerkt, insbesondere im alluvialen Schotter reichlich vorhanden.

Ganz ähnlich, wie es in den vorstehenden Beispielen vom Tapajós gezeigt wurde, ist das Verhalten von Kies, Schotter und Geröllen in den Quartärbildungen, welche die anderen Ströme und Flüsse des Amazonasgebietes begleiten, nur daß die Gesteinsbeteiligung je nach den in dem betreffenden Flußgebiete anstehenden Felsmassen eine etwas verschiedene ist, jedoch weniger auffallend als man denken könnte, weil doch immer und überall Quarz unter den Geröllen vorherrscht. Diluviale Konglomerate, wie wir sie am Tapajós kennen gelernt haben, kommen zwar anderwärts auch vor, wie z. B. am mittleren Maecurú, sind jedoch selten, wie überhaupt Schotter gegenüber den übrigen diluvialen Gesteinen, namentlich Tonen und Sanden, verhältnismäßig untergeordnet ist und noch am meisten im Alluvium und den rezenten Strandanschwemmungen der Flüsse lokal zur Geltung kommt.

Goldseifen.

Von gleicher Entstehung wie die sonstigen Sand-, Grus- und Geröllablagerungen sind auch die Goldseifen des unteren Amazonasgebietes, von welchen man im Lande selbst gern annimmt, daß sie weit verbreitet und sehr ergiebig seien. Leider beruht dies auf einem Irrtum. Die Anschwemmungen in der ungeheueren Amazonas-Tiefebene sind im bergmännischen Sinne goldleer und auch die Seifen am Mittel- und Oberlaufe der Flüsse sind dort, wo sie daraufhin wirklich untersucht wurden, nicht annähernd so goldreich befunden worden, als man erwartet hatte. Am ergiebigsten erwies sich diesbezüglich das Schwemmland in den Talausweitungen der aus dem archäischen Gebirge herab-

kommenden kleinen Flüsse am Übergang vom starken Gefälle des Oberlaufes in das mäßige Gefälle des Unterlaufes, bei manchen auch die Alluvionen des Quellgebietes. Am günstigsten gestalten sich die betreffenden Verhältnisse anscheinend an den sich unmittelbar in den Atlantischen Ozean ergießenden Flüssen, was aber vielleicht auch dem Umstande zuzuschreiben ist, daß diese Gewässer von der Seeseite zugänglich und daher im allgemeinen leichter zu untersuchen sind, als die Tributäre des Amazonas, deren Oberläufe zumeist noch ganz unbekannten Gebieten angehören. Es ist möglich, daß die seinerzeitige Erforschung dieser letzteren Gebiete der bergmännischen Ausbeutung nebst anderen nutzbaren Lagerstätten auch ertragsreiche Goldseifen erschließen wird, aber bis heutigen Tages besitzt man keinen positiven Anhalt, welcher diesbezüglich zu großen Erwartungen berechtigen würde. Ohne Zweifel sind es jedoch nur die unbekannten Regionen am Oberlaufe der Amazonaszuflüsse, wo der Erzbergbau seine Zukunft finden wird, wenn er im unteren Amazonasgebiete überhaupt eine hat.

Goldsucherei wird gegenwärtig im Staate Pará nur in wenigen Bezirken betrieben, nämlich im Flußgebiete des Erepecurú und Cuminá; am Jarý; zwischen dem Anauerapucú und Araguarý; im Gebiete von Amapá und Cassiporé in Brasilisch-Guyana; und an den Flüssen Piriá, Caramugý und Gurupý mirim im Grenzgebiete gegen Maranhão.

Im Bereiche des Erepecurú ist es hauptsächlich der linksseitige, aus der Serra de Carnahúba hervorbrechende und unter der Cachoeira do Inferno in den Erepecurú mündende kleine Fluß Igarapé de Carnahúba, an welchem anscheinend mit Erfolg Gold gewaschen wird. Die dortigen Seifen entstammen der Serra de Carnahúba, welche als Goldgebirge gilt, da angeblich alle von ihr herabkommenden Bäche Gold führen. Wenn die mir gemachten Angaben richtig sind, besteht das Gebirge aus von Diorit- und Quarzgängen durchschwärmtem Syenit. Der Höllenfall (Cach. do Inferno), mittels welchem der Erepecurú einen westlichen Ausläufer der Serra de Carnahúba durchbricht, stürzt zwischen 60 m hohen Felswänden herab, unterhalb welcher sich ebenso wie unterhalb der südlicheren Cach. do Tronco, ausgedehnte Schottermassen ausbreiten. die man ebenfalls für goldführend hält. Sie bestehen hauptsächlich aus Geröllen und Kies der verschiedensten Quarzabarten: Milchquarz, Rosenquarz, Bergkristall, Amethyst, Carneol, Achat usw., was nicht gerade für eine reiche Goldführung spricht. Die Goldwäscherei in diesem Distrikte ist übrigens bis jetzt nur eine gelegentliche und nicht anhaltende gewesen.

Am oberen Jarý haben in neuester Zeit französische Prospektoren systematische Waschversuche unternommen, deren Ergebnis nicht bekannt ist. Längere Zeit schon dauern die Untersuchungen im Gebiete zwischen dem Anauerapucú und Araguarý, sowie am letzteren Flusse selbst. Die

Ausbeute aus den dortigen Seifen blieb bisher ohne nennenswerten Erfolg, jedoch wurden in den letzten Jahren am Araguarý in den Gebirgsausläufern der Serra dos Mongubas Quarzgänge aufgeschlossen, aus welchen man sich ein Ergebnis an Berggold verspricht.

Am wichtigsten ist der Golddistrikt von Amapá und Cassiporé, welcher wohl mit ein Hauptanlaß zu dem unlängst zu Gunsten Brasiliens entschiedenen französisch-brasilischen Guyana-Grenzstreite war. (L. 51, 59.) Der Distrikt umfaßt die östliche Abdachung des Vorgebirges der Tumuc-Humac-Kette, auf welchem die zahlreichen Flüsse entspringen, welche sich zwischen dem Araguarý und Oyapok in den Atlantischen Ozean ergießen. Soweit bekannt, befinden sich die ertragreichsten Goldseifen in dem sumpfigen Landstrich des Quellgebietes und obersten Laufes der Flüsse Cassiporé, Coananý und Calçoene, wo sich gegenwärtig die Goldgewinnung konzentriert. Das Gold wird aus dem Erdreich und humusreichen Schlamm zwischen und unter dem Wurzelwerk der Bäume und der sonstigen Pflanzendecke herausgewaschen, wo es sich sowohl durch Zusammenschwemmung als durch Zersetzung der die Unterlage bildenden Gesteine angereichert haben kann. J. Crevaux (L. 38) tritt bezüglich der nördlichen Abdachung des Tumuc-Humac-Gebirges, wo ganz analoge Verhältnisse herrschen, lebhaft für die autogene Entstehung der Goldseifen ein, denen er ein sehr jugendliches Alter zuschreibt. Er stützt sich dabei hauptsächlich darauf, daß die in den Seifen vertretenen Felsarten angeblich nur solche seien, wie in der Umgebung anstehen, daß die gegenwärtig an Ort und Stelle grünenden Bäume gewissermaßen als Ablagerungsplätze des Goldes gedient hätten, insofern als in ihrem Wurzelwerk das meiste Gold angetroffen werde und schließlich, daß an einer Stelle unter der goldführenden Schicht ein modernes indianisches Steinbeil gefunden worden sei. Es sei unzutreffend, das Tumuc-Humac-Gebirge für den Ursprungsort des goldführenden Schwemmlandes zu betrachten, weil das Gold nicht an bestimmte, etwa nur dort auftretende Gesteine gebunden sei, sondern überall und in allen Gesteinen vorkommen und aus ihnen durch Zersetzung frei werden könne. Eine durchschlagende Beweiskraft für den ausschließlich autogenen Ursprung der Goldseifen im hügeligen Vorlande des Tumuc-Humac-Gebirges liegt allen diesen Gründen, wie zutreffend sie im einzelnen Falle sein mögen, doch nicht inne, zumal der Umstand, daß sich die reichsten Seifen in den Flußtälern befinden, entschieden für eine Zusammenschwemmung, also für den allogenen Ursprung des Goldes spricht. Dessen ungeachtet mag die Behauptung nicht unrichtig sein, daß sich im Amapá- und Calçoene-Distrikt das meiste Gold an den Wurzeln desAnaní-Baumes vorfinde, was die Goldwäscher dem Einfluß dieses Baumes zuzuschreiben geneigt sind, weshalb vielleicht das aufmerksame Absuchen des Wurzelwerkes anderer Bäume zuweilen ungerechtfertigter Weise unterlassen wird. Anscheinend

bleibt der Goldstaub an der rauhen Oberfläche der Ananí-Wurzeln besser haften als anderwärts.

Die ursprünglichen Goldträger sind ohne Zweifel entweder Quarzgänge, welche namentlich die verschiedenen Gneiße und sonstigen kristallinischen Schiefer von Brasilisch-Guyana durchsetzen, oder die Grünsteine (Diorit, Diabas), welche im Gebiete auftreten. Letzteres wird namentlich dadurch zur Gewißheit, daß der Cascalho, d. h. das goldhältige Alluvium, sowohl am Coananý als am Calçoene stets Diorit- und Diabas-Brocken führt, wenn auch Quarz und Feldspat darin sehr bedeutend vorherrschen. Übrigens ist im Calçoene-Distrikt auch das nachweislich eluviale Zersetzungsprodukt von Dioriten goldhältig befunden worden.

Das Gold bildet kleine Körnchen, Schüppchen und Klümpchen von teils goldgelber, teils weißlichgelber bis rötlich speisgelber Farbe und ist mehr oder minder silberhältig. Die gegenwärtige Produktion ist nicht genau bekannt. Nach einer halbamtlichen Nachricht betrug dieselbe im Jahre 1896 etwa 1300 kg und dürfte in den letzten Jahren kaum gestiegen, sondern eher gesunken sein. Der Hauptsitz der Goldgewinnung scheint trotz der an zahlreichen Punkten und häufig mit anfänglich gutem Erfolg eingeleiteten Erzeugung immer noch das Gebiet am oberen Calçoene und Coananý zu sein. Am ersteren Fluß soll dem Vernehmen nach ein Goldgräber pro Tag im Durchschnitt 10, zuweilen aber bis 50 g Gold gewinnen können. Es sind dort in rascher Folge einige Ansiedlungen vom bekannten californischen Typus entstanden (Daniel, St. Cruz u. a.), bestehend aus einer Anzahl von mit Zinkblech gedeckten Bretterbuden, worin unternehmende Geschäftsleute ihre Warenhandlungen, Hôtels, Unterhaltungslokale usw. eingerichtet haben und für Riesenpreise alles feilbieten, wessen Gaumen und Herz begehrt. In den benachbarten Teilen von Brasilisch-Guyana kostet es oft viele Mühe überhaupt etwas Genießbares aufzutreiben und hier gibt es sogar Leckerbissen und feine Getränke aller Art. Alle Waren wurden, solange das Gebiet zwischen Frankreich und Brasilien strittig war (d. h. bis Ende 1900), über Cayenne bezogen, was wohl auch gegenwärtig der Fall sein dürfte.

Der Golddistrikt von Amapá und Calçoene kann sich zwar noch entwickeln, dürfte aber trotzdem, nach allen Verhältnissen zu urteilen, für die Gesamt-Goldproduktion der Erde keine sonderliche Bedeutung erlangen.

Im Grenzgebiete zwischen den Staaten Pará und Maranhão, namentlich am Gurupý, haben sich die diluvialen Sande im Liegend der bunten Tone stellenweise als goldführend erwiesen. Gewisse Lagen des groben Sandes, der hauptsächlich aus Quarz- und Chloritschiefer-Körnern besteht, sind schwärzlich gefärbt von reichlich beigemengtem Magnetit und diese

Lagen sind es, die am meisten Gold enthalten. Als die primären Goldlagerstätten gelten Eisenkies führende Quarzgänge, welche im Gebiete des Gurupý mirim und des oberen Gurupý, Piriá und Guamá metamorphe grauwackenartige Gesteine, Diabas- und Chloritschiefer durchsetzen. Der Magnetit, welcher das Waschgold stets begleitet, stammt am ehesten aus den zersetzten Chloritschiefern. Gewisse grauwackenartige Sandsteine sollen selbst auch Gold enthalten. Das Gold ist von ähnlicher Beschaffenheit, wie jenes vom Calçoene und scheint nach den zur Untersuchung gelangten Proben vornehmlich in Form von zarten Flittern und Staub, selten auch in größeren Körnern vorzukommen. Das Waschgold wird nur gelegentlich und in bescheidenem Maße gewonnen, Goldbergbaue bestehen im Gebiete nicht. Zur Beurteilung des angeblichen Goldreichtums des Gurupý-Distriktes liegen hinlänglich verläßliche Nachrichten nicht vor.

Außer in den besprochenen Landstrichen, auf welche Bergbau-Konzessionen verliehen sind, wurde im unteren Amazonasgebiete besonders in den letzten Jahren auch an mehreren anderen Orten Gold gesucht (wie z. B. bei Ereré, am Tapajós, am Cuparý, Itapacurá-assú, Xingú, Parú), soweit bekannt, überall ohne den geringsten Erfolg. Bei dem beschränkten Umfange der vorgenommenen Untersuchungen darf dieses ungünstige Ergebnis freilich noch nicht ohne weiteres als für das ganze untere Amazonasgebiet maßgebend betrachtet werden.

Eisen- und Manganerze.

Zu den verbreitetsten Quartärgebilden des unteren Amazonasgebietes gehören Eisen- und Manganerze.

In allen, regelmäßigen Überschwemmungen ausgesetzten oder zur Versumpfung neigenden Teilen der Amazonasniederung bildet sich beständig Raseneisenstein und überall, wo eisenoxydulhältige Silikatgesteine der offenen Verwitterung ausgesetzt sind, entsteht Brauneisenerz. Letzteres ist insbesondere der Fall bei den Diabasen, welche im Devon und Carbon nördlich und südlich vom Amazonas aufsetzen. Durch die höhere Oxydation bezw. Entwässerung geht das braune Eisenoxydhydrat dann weiter in rotes Eisenoxyd über, wodurch die verschiedenen Abarten von Eisenerzen entstehen, welche im Quartär der Amazonasebene so häufig sind.

Die gewöhnlichste Erscheinungsform des Erzes sind plattige Stücke oder rundliche Knollen von Kopfgröße und darüber mit schlackig-löcheriger Oberfläche, welche man auf den mehr steinigen als versandeten Campos, namentlich nördlich vom Amazonas im Gebiete von Macapá, Mazagão, Monte Alegre, Alemquer und Faro überall antrifft. Das Innere der Klumpen pflegt sandiger Brauneisenstein, die äußere, meist rötlich-schwarze Kruste Roteisenstein zu sein. Bemerkenswert ist, daß in

den meisten Fällen nur die dem Tageslicht zugewendete, also nach oben gekehrte Seite der Platten und Blöcke hämatitisiert ist, während die Fläche, mit welcher dieselben auf der Erde haften, limonitisch geblieben ist. Die Deshydratisierung des Brauneisensteines muß somit durch solche Agentien verursacht werden, welche in natürlicher Weise auf die freiliegende Oberfläche einwirken können. Die Beobachtung hat gelehrt, daß die oftmalige Durchfeuchtung und nachfolgende Austrocknung unter Einwirkung der intensiven Sonnenbestrahlung die erstaunlich rasche Umwandlung des braunen Hydrates in rotes Eisenoxyd bewirkt. Dies gilt natürlich nicht nur für die massigen Raseneisenstein- und Limonitbildungen, sondern auch für feinockerige Niederschläge und das limonitische Färbemittel der verschiedenen Sedimente, welche durch die Zusammenwirkung der besagten Agentien hämatitisiert werden und eine rote Färbung erlangen. Dadurch erklärt sich die weite Verbreitung roter Gesteine in den Tropen.

Weniger häufig trifft man in der Amazonasniederung Eisenerze in Form von kleinen Kügelchen oder Bohnen an, welche aber dort, wo sie auftreten, in großer Menge über den Erdboden ausgestreut zu sein pflegen. Es ist dies insbesondere der Fall auf den Umrandungen von Terraindepressionen, welche in der Regenzeit inundiert werden, also auf den Böschungen der wallartigen Erhebungen, sogen. Tézos oder Pontas, welche die Überschwemmungscampos durchziehen und auf den Gehängen des höheren Terrains, von welchen diese Campos umschlossen werden. Die reichlichste Ausscheidung des Eisenoxydhydrates findet an den Rändern der Regenzeitseen statt, wo sich dasselbe im durchfeuchteten sandigen Schlamm zu Konkretionen ballt und verhärtet. In der Trockenzeit werden die Knöllchen durch den Wind aus ihrer sandigen Hülle freigelegt und abgescheuert, während der folgenden Regenzeit durch das steigende und fallende Wasser abgerollt. Dies wiederholt sich Jahr für Jahr und zugleich findet durch Luft, Licht und Wärme bei wiederholter Durchfeuchtung und Austrocknung die mehr oder minder tief eingreifende Hämatitisierung der ursprünglich limonitischen Bohnen statt. Am Campo von Ereré sind Eisenerzbohnen dieser Art sehr verbreitet; man trifft sie aber unter analogen Verhältnissen auf allen Inundations-Tiefcampos, auch im Weichbilde der Hauptstadt Pará in der Niederung von Umarizal. Durch Umlagerung gelangen sie auf sekundäre Lagerstätten, von welchen manche verhältnismäßig alt sein müssen, so daß die Erzbohnen ein Beispiel eines Quartärgesteines darbieten, welches in ganz gleicher Beschaffenheit und wohl auch auf dieselbe Weise wie heute, sich schon im Diluvium gebildet hat.

Einen vortrefflichen Beleg hierfür bot ein Aufschluß auf der Baixa do Piracaim nordnordöstlich vom Dorfe Ereré. Auf der Nordseite dieser Niederung befand sich ein cañonartiger Einbruch mit gegen 2 m hohen

vertikalen Wänden, von welchem man sagte, daß er sich binnen 3 Jahren allmählich gebildet habe. Der von den Wänden eingeschlossene Cañon, dessen Boden vollkommen eben und stark feucht war, dürfte durch Nachsackung auf einer sich senkenden Unterlage entstanden sein. (Abb. 11.)

Da der Einbruch 18 m lang und 3—6 m breit war, konnten seine Wände bequem untersucht werden. Die Schichtenfolge war überall dieselbe, nur die Mächtigkeit an verschiedenen Stellen verschieden. Unter der 20—30 cm mächtigen rasenbestockten Dammerde folgte eine 60 bis 80 cm starke Schicht von gelbem sandigem Ton; darunter eine 10 bis 15 cm mächtige Schicht von Eisenerzbohnen, eingebettet in tonigen Sand; darunter etwa 1 m weißer Ton mit sandigen Schlieren und zu unterst roter Ton, der wahrscheinlich unmittelbar auf dem devonischen Grundgebirge aufliegt. Die Erzbohnenschicht keilte in der Längsrichtung der Einsenkung aus, deren Boden mit eisenschüssigem Sand bedeckt war. Die Grube steht die längste Zeit des Jahres unter Wasser*). Ohne Zweifel befinden sich die Eisenerzbohnen, welche hier eine Einlagerung im jüngeren Quartär bilden, auf s e k u n d ä r e r L a g e r s t ä t t e und sind vielleicht mehrmals umgelagert worden, müssen also zur Diluvialzeit entstanden sein.

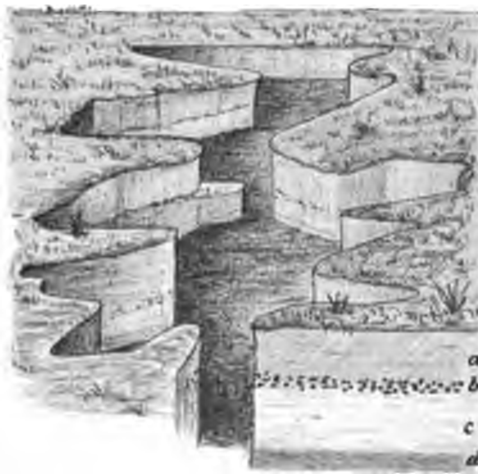


Abb. 11. Erdsenke im Diluvium der Baixa do Piracaim bei Ereré.

a Sandiger Ton. *b* Eisenerzbohnen. *c* Weißer Ton mit Sandschlieren. *d* Roter Ton.

Weder die schlackigen Eisenerzknollen, noch die soeben besprochenen Bohnen sind ohne Aufbereitung ihres hohen Sandgehaltes wegen technisch verwendbar. An einzelnen tiefsten Stellen der Inundations-Campos und in ruhigen Seitenbuchten der Flüsse bildet sich zuweilen parallelschalig oder plattig strukturierter b r a u n e r T o n e i s e n s t e i n, der außer sporadischen Quarzkörnern kaum andere Verunreinigungen enthält und im Durchschnitt einen für Verhüttungszwecke zureichenden Eisengehalt aufweist. Dieses meist ockergelb oder rötlichgelb gefärbte Brauneisenerz ist seiner ganzen Beschaffenheit nach ein Sekundärprodukt, entstanden

*) Man erzählte, daß aus der Grube am Schluß der Regenzeit ein „Dampf“ aufsteige, von welchem das Vieh zugrunde gehe, was allerdings nur eine phantastische Erklärung für die Viehseuchen ist, welche fast alljährlich in der Gegend großen Schaden anrichten.

durch lagenweisen Absatz zusammengeschwemmten Brauneisensteinschlammes — also ein gewissermaßen aufbereitetes Erz. Die Dicke der blättrigen oder schaligen, häufig gekrümmten Platten beträgt selten mehr als 10, meist nur 2—5 cm. Anstehend können sie mehrere Quadratmeter Größe erreichen, wie bei Miritituba am Tapajós, wo sie eine runzelige und mit Vertiefungen versehene, blatterstäppige Oberfläche zu besitzen pflegen, die durch das Spiel der Wellen bei den jährlichen Überflutungen erzeugt wird. Infolge von Unterwaschung zerbrechen diese Platten und die einzelnen Stücke werden flußabwärts verfrachtet. Geschiebe dieser Art trifft man im alluvialen Schotter der Flußrinnen des Tapajós und des Trombetas nicht selten an; sie kommen indessen auch auf allen Inundations-Campos vor. Ihre Menge ist leider nirgends eine so bedeutende, daß darauf eine anhaltende Gewinnung eingeleitet und eine Eisenindustrie begründet werden könnte.

Seltener sind kieselige Brauneisensteine oder braune Eisenkiesel mit zumeist nieren- oder traubenförmiger Oberfläche, die nicht anders als durch Infiltration in Hohlräumen entstanden sein können. Die Nieren oder Trauben, deren Oberfläche glatt und zuweilen schalig zu sein pflegt, bestehen aus dichtem Erz; die gemeinsame plattige Unterlage, auf welcher sie aufsitzen, dagegen aus abwechselnd sandigen und dichten Lagen, so daß der Durchschnittsgehalt an Eisen immer ein verhältnismäßig geringer ist. Die hochkieseligen Erze dieser Art dürften Absätze aus an Eisen und Kieselsäure reichen Quellen vorstellen. Es ist möglich, daß diese Brauneisensteine, welche im Tapajósgerölle, sowie am Trombetas reichlich auftreten, mit jenen Limonitvorkommen identisch sind, derer O. A. Derby (L. 28) von der Ponta Diamante am Lago Arapecú am Trombetas und vom Tapajós erwähnt und von welchen er glaubt, daß sie durch Umwandlung des carbonischen Kalksteines am Kontakt mit Diorit (? oder Diabas) entstanden seien. Ohne Zweifel kann durch Metasomatose aus Kalkstein Limonit hervorgehen, aber der auch von Derby bemerkte hohe Kiesel- und Sandgehalt, ganz abgesehen von der Aggregationsform, läßt die Annahme einer solchen Entstehung für die in Rede stehenden Brauneisenerze als untunlich erscheinen. Auch diese Erze werden, wie alle anderen Brauneisensteine, wenn sie auf das offene Campo verschwemmt, der wiederholten Durchfeuchtung und Austrocknung bei intensiver Sonnenbestrahlung ausgesetzt sind, von der Oberfläche aus hämatitisiert und werden entweder dunkel kirsch- bis schwärzlich rot, oder wenn sich zugleich Kieselsäure ausscheidet, von einer rosenroten Kruste überzogen.

In ähnlichen äußeren Ausbildungsformen wie die Eisenerze tritt im Quartär der Amazonasniederung auch Manganerz auf (L. 57). Es ist durchwegs Psilomelan, zuweilen mit Pyrolusit versetzt, stets von Sand oder sonstigen Mineralsubstanzen verunreinigt. Besonders verbreitet

ist das Manganerz im Flußgebiete des Maecurú und in den Niederungen am Unterlaufe des Nhamundá, namentlich in der Umgebung von Faro. Es ist jedoch auch vom unteren Tapajós, vom Campo grande nördlich von Alemquer und aus den Camposgebieten von Ereré, Mazagão und Macapá bekannt geworden und dürfte in der ganzen Amazonastiefebene, wenn auch nicht so massenhaft wie die Eisenerze, verbreitet sein.

Das Manganerz bildet im reineren Zustande derbe plattige Massen mit auf einer Seite großtraubiger oder nierenförmiger, auf der anderen Seite ebener Oberfläche und gewöhnlich schaliger Struktur, welche der

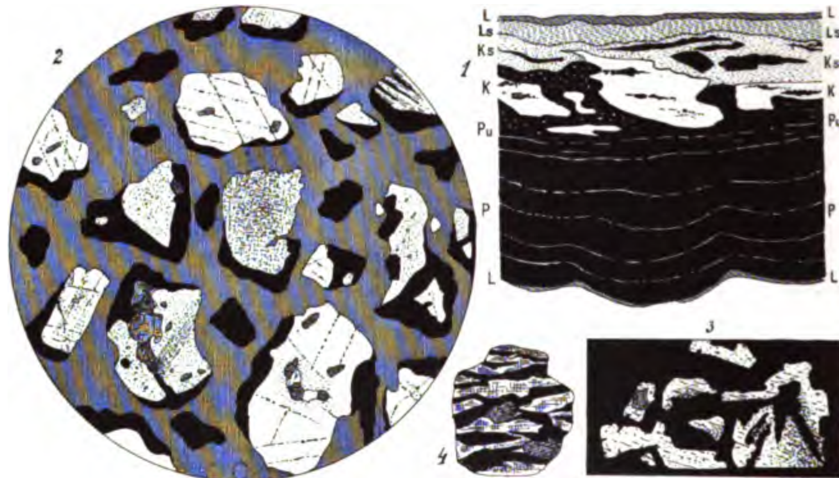


Abb. 12. Manganerz der Amazonasniederung.

1 Plattiges Psilomelanerz im Querschnitt (etwa $^2/_3$ nat. Gr.).
L Limonitrinde. Ls Sandiger Limonit. Ks Sandig-kaolinische Lage. K Ziemlich reiner Kaolin. Pu Unreiner sandiger Psilomelan. P Reiner Psilomelan, durch Kaolinhäutchen in Schalen geschieden.

2 Dünnschliffbild des sandigen Psilomelanerzes. Vergrößerung ca. 20 mal. Die schraffierte Grundmasse ist Psilomelan, die schwarzen Partien Pyrolusit.

3 und 4 Dünnschliffbilder von Sandkörnern aus dem Mangansandstein, ca. 25 mal vergrößert. Schwarz: Manganerz.

Oberflächengestalt insofern entspricht, als die Schalen parallel zu den Nierenbuckeln verlaufen und sich gegen die ebene Begrenzungsfläche zu ebenfalls mehr und mehr ausebnen. Die Schalen pflegen 3—8 mm stark und durch dünne Kaolinbeschläge voneinander geschieden zu sein, so daß die Stücke unter dem Hammer schalig zerfallen. Jedoch kommen auch derbe traubige Massen ohne schaliges Gefüge vor. Das Manganerz dieser Art ist feinkörnig bis dicht und besteht wesentlich aus barytreichem Psilomelan, welcher von der ebenen zur nieren- oder traubenförmigen Oberfläche an Reinheit zuzunehmen pflegt, was sich aus der Einsickerung von Manganlösungen in Hohlräume leicht erklärt. Die Abb. 12 zeigt den Querschnitt einer solchen Erzplatte. Unter der

dichten, wie poliert glatten Limonitkruste von etwa 1 mm Dicke folgt von der oberen Seite abwärts zunächst eine circa 5 mm starke limonitische sandige Schicht, hierauf eine 2 cm starke kaolinreiche sandige Schicht mit Schnüren und kleinen Butzen von unreinem sandigem Psilomelan, dann noch zwei Schalen von unter der Luppe als unrein erkennbarem Erz und zum Schluß erst etliche Lagen von dichtem, ziemlich reinem Psilomelan, die sich mehr und mehr zu Nierenbuckeln aufwölben. Auch diese pflegen von kaolinischen Lassen getrennt und von einer glatten limonitischen Kruste bedeckt zu sein. Derart entwickelte Manganerze sind im Maecurúgebiete, am Erepecurú und am Tapajós bei Miritituba gefunden worden.

Häufiger als der dichte Psilomelan kommt durch Quarzsand stark verunreinigtes Manganerz vor, das eigentlich als Mangansandstein bezeichnet werden muß. Es bildet Blöcke und verschiedenartig gestaltete Konkretionen oder Gerölle, welche ihrer absonderlichen Form wegen von Laien für versteinerte Fische, Wurzeln, Früchte und dergl. gehalten werden. Sie kommen einzeln, bald reichlich verstreut auf den Inundations-Campos namentlich in der Gegend von Faro und am unteren Nhamundá vor. Auch am unteren Tapajós und auf den übrigen oben angeführten Fundstellen sind Erzgebilde dieser Art gesammelt worden. Die Stücke haben eine rauhe körnig-sandige Oberfläche, sind sehr hart und spröde, besitzen glatten oder muschligen Bruch und ein porphyrartiges Gefüge. Die Farbe des frischen Erzes ist dunkel eisen- bis blauschwarz, bewirkt durch die Psilomelan-Grundmasse, in welcher hirsekorngroße oder kleinere Mineralkörnchen von Glas- und Fettglanz eingebettet liegen, die vermöge ihrer Durchsichtigkeit die schwarze Farbe der sie umschließenden Grundmasse durchscheinen lassen und daher selbst schwarz erscheinen. Ihr vom Psilomelan verschiedener nichtmetallischer Habitus beeinflußt wesentlich das Aussehen des Erzes, dessen Glanz dadurch pech- bis glasartig wird, wie er bei Manganerzen sonst nicht vorkommt. Dünnschliffe lehren, daß sich an der Erzgrundmasse neben Psilomelan untergeordnet auch Pyrolusit beteiligt und daß die sandigen Beimengungen hauptsächlich aus Quarz und etwas Orthoklas bestehen, welche nach ihren Eigenschaften Graniten oder Gneißen entstammen, wozu sich noch wenig Albit, Biotit, Cordierit und Apatit zugesellt. Die Erzgrundmasse umhüllt die Sandkörnchen nicht nur vollständig, sondern dringt an Spalten und Rissen auch in dieselben hinein, — ein Beweis, daß sich das Manganerz aus Lösungen abgeschieden hat.

Die Entstehung der Manganerze dürfte auf die Weise erfolgt sein, daß sich aus Mangan-Bicarbonat- oder Sulfat-Lösungen Oxyde ausschieden, welche entweder in Hohlräume einsickerten, wodurch die traubigen und schaligen reineren Psilomelane entstanden, oder losen Sand durchtränkten und verfestigten, wodurch sich der Mangansandstein bildete.

In beiden Fällen kam die Neigung der höheren Oxydationsstufen des Mangans zur Geltung, konkretionäre Formen anzunehmen. Der Ursprung des Mangans mag entweder in basischen Eruptivgesteinen, namentlich Diabasen, oder in mangan- und barythältigen Thermen zu suchen sein. Der Barytgehalt mancher Erze ist sehr hoch und beträgt bis 16, zumeist aber nur 5—7 Prozent.

Die Mangansandsteine sind ohne entsprechende Aufbereitung technisch nicht verwertbar und auch die derben dichten Erze sind im natürlichen Zustande nur von mäßiger Qualität mit in der Regel unter 50 Prozent Mangangehalt. Die Aufbereitung wäre jedoch, da das spezifische Gewicht des Erzes und seiner Beimengungen sehr verschieden ist, leicht zu bewerkstelligen und das angereicherte Produkt wäre für industrielle Zwecke gut zu verwenden.

Eisensandstein (Parástein).

Zu den nicht nur im unteren Amazonasgebiete, sondern im ganzen nördlichen Südamerika allenthalben verbreiteten Bestandmassen des Quartärs gehört ein Quarzsandstein mit reichlichem hämatitischem Bindemittel und daher von lebhaft roter bis schwärzlich violetter Farbe, welchen ich Parásandstein oder kurz Parástein genannt habe, weil er in der Amazonasniederung des Staates Pará der einzige natürliche Gebrauchsstein ist, der allerorts zu Bau- und Pflasterungs-Zwecken verwendet wird. Dasselbe gilt aber auch vom ganzen atlantischen Litoralgebiete Nordbrasiliens, insbesondere des Staates Maranhão, so daß der Lokalname wohl besser durch die allgemein gültige, die petrographische Beschaffenheit charakterisierende Bezeichnung ersetzt wird.

Dieser Eisensandstein tritt in Form von losen Knollen und Blöcken, von den verschiedensten, zuweilen gigantischen Dimensionen in anderen Gesteinsgliedern des Quartärs, namentlich Sanden und sandigen Tonen, eingebettet auf. Er kann hier zweierlei Ursprunges sein: nämlich entweder ist er innerhalb der quartären Ablagerungen selbst entstanden, was von manchen Knollen als sicher angenommen werden darf; oder er entstammt weit älteren Sandsteinschichten und ist erst durch Transport und Umlagerung auf die sekundären Ablagerungsstätten gelangt, wo er nun in der quartären Schichtenreihe angetroffen wird.

Daran, daß ein der Entstehung nach quartäres Sandsteingebilde petrographisch mit einem geologisch alten Sandstein vollkommen übereinstimmen kann, ist nicht zu zweifeln, einmal deshalb, weil in den Tropen die äußeren Bedingungen der Gesteinsbildung in den älteren geologischen Zeiträumen von den quartären kaum wesentlich verschieden waren und zweitens deshalb, weil im Amazonasgebiete überhaupt petrographisch gleiche Gesteine vielfach in Formationen verschiedensten Alters auftreten.

Es können daher sehr wohl gewisse Eisensandsteinknollen des Amazonasquartärs auch selbst quartärer Entstehung sein, während andere petrographisch übereinstimmende Eisensandsteinblöcke zerrütteten älteren Schichten entstammen.

Der Eisensandstein ist in gewissen Ausbildungen sehr ähnlich beschaffen, wie der oben beschriebene Mangansandstein, d. h. das hämatitische Bindemittel ist so reichlich vorhanden, daß die meist wenig abgerollten Sandkörner darin wie in einer Grundmasse eingebettet liegen und das Gestein oberflächlich betrachtet einem roten Porphyr ähnlich sieht. Sehr oft herrscht die Grundmasse über die vereinzelten Einsprenglinge derart vor, daß das Gestein zu einem sandigen Roteisenstein wird. In beiden Fällen ist das Bindemittel feinkörnig oder schuppig-kristallinisch, tief kirschrot bis dunkel violettrot, hie und da durchzogen von hell zinnoberroten erdigen Striemen oder Flecken. Diese Abart des Eisensandsteines ist die am meisten verbreitete und für praktische Zwecke am häufigsten verwendete. Auf sie vornehmlich beziehen sich die im Staate Pará üblichen Vulgärnamen: Pedra canga, Pedra brava und Pedra preta, mit welchen dieser überall in Anwendung stehende Gebrauchsstein in den verschiedenen Gegenden bezeichnet wird.

Weniger verbreitet, aber meist in größeren Blöcken gewinnbar, sind grobe Sandsteine oder Konglomerate mit quantitativ untergeordnetem, mehr dichtem tonigem, als körnig kristallinem Bindemittel. Am seltensten sind lebhaft rote Abarten, in welchen das tonig-hämatitische Bindemittel vorherrscht und der, fast durchwegs aus ganz kleinen Körnchen bestehende Sandanteil zurücktritt. Diese letztere Abart pflegt zuweilen eine etwas schieferige Struktur zu besitzen, sonst aber ist der Eisensandstein stets massig und schichtungslos, auch dann, wenn er durch einen Wechsel von gröberem und feinerem Material oder von sehr reichlichem und spärlichem hämatitischem Bindemittel im Gefüge schlierig oder gebändert erscheint.

Die im Sand oder sandigen Ton eingelagerten Knollen und Blöcke des Parásteines gehören fast durchwegs der ersten Abart mit kristallinischem Hämatitbindemittel an. Sie sind von sehr verschiedener, jedoch an einer Gewinnungsstätte meist recht gleichmäßiger Größe. Blöcke von Faust- bis etwa doppelter Kopfgröße sind am häufigsten, seltener sind ganz kleine oder wieder sehr große Knollen. Im Ton oder doch auf einer tonigen Unterlage liegen dagegen oft riesige Blöcke von mehreren Kubikmetern Rauminhalt, die sich zuweilen derart aneinander anschließen, daß der Eindruck einer ursprünglich zusammenhängenden, manchmal mehrere Meter mächtigen Sandsteinschicht bewirkt wird.

O. A. Derby hat einen solchen Fall auf der Serra da Escama bei Obidos in der Tat dadurch zu erklären versucht (L. 28), daß die Sandsteinschicht durch Auswaschung der Unterlage zusammengebrochen

und dadurch in Blöcke zerlegt worden sei. Derartige Vorkommnisse besitzen jedoch niemals ein ausgedehntes streichendes Anhalten, sondern verdrücken sich mehr oder minder rasch oder lösen sich unter gleichzeitiger Abnahme der Gesamtmächtigkeit zu einzelnen Knollen auf. Auch ein Tiefenanhalten, beziehungsweise eine bedeutende, 3—6 m übersteigende Mächtigkeit solcher Eisensandsteinlager ist bis jetzt nirgends beobachtet worden, sondern überall wurde alsbald die Unterlage, und zwar zumeist in derselben petrographischen Ausbildung wie das Hangende, angefahren.

Diese Umstände sprechen entschieden dagegen, daß der Eisensandstein innerhalb des Quartärs eine zusammenhängende bestimmte Schicht darstelle, zumal auch bei vollster Berücksichtigung der in den Tropen tiefeingreifenden Zersetzung, durch den bloßen Zerfall einer ursprünglich zusammenhängenden Bank die folgenden, in allen größeren Aufschlüssen zu beobachtenden Tatsachen nicht erklärt werden könnten:

1. daß die Knollen und Blöcke des Eisensandsteines verschiedenen Gliedern der quartären Schichtenreihe eingelagert, daher nicht horizontbeständig sind;

2. daß sich die losen Knollen und Blöcke häufig zusammenhäufen und eine Art Lageranschwellung bilden, während sie anderorts nur ganz vereinzelt auftreten; und

3. daß stellenweise auch zwei bis drei gestreckt lentikuläre, durch mehr oder minder mächtige tonige oder sandige Zwischenschichten voneinander geschiedene Anhäufungen der kleinen Knollen über einander entwickelt sind.

Alle diese Erscheinungen verweisen auf Zusammenschwemmung durch strömende Gewässer und es ergibt sich daraus, daß wohl die meisten Eisensandsteinblöcke aus Sandsteinschichten älterer Formationen herstammen und in die quartäre Gesteinsreihe eingeschwemmt, beziehungsweise mit ihr umgelagert worden sind.

Einen weiteren Beleg für diese Auffassung bietet der Umstand, daß die Eisensandsteinknollen und zwar nicht nur in am Tage befindlichen, sondern auch in mehrere Meter tief unter der Tagesoberfläche aufgeschlossenen Lagern in der Regel eine grobkavernöse, löcherige Oberfläche besitzen und oft auch von trompetenförmig nach außen ausgeweiteten gewundenen Röhren durchzogen werden, was auf Abscheuerung, Aushöhlung und Durchlöcherung durch bewegtes Wasser verweist. Um Wurzeleindrücke oder dergleichen kann es sich bei diesen, ganze ausgedehnte Tiefenlager der Rollstücke und Blöcke des Eisensandsteines gleichmäßig betreffenden Erscheinungen nicht handeln. Die Abscheuerung und Aushöhlung der Knollen muß jedoch mehr durch Wellenschlag als durch Transport bewirkt worden sein, so daß mehr an lokale Zerrüttung als an weite Verfrachtung zu denken wäre, womit auch die zuweilen riesigen Dimensionen der Blöcke im Einklang stehen. Demnach wird es

wahrscheinlich, daß die Eisensandsteinknollen zum Teil von unter dem Quartär anstehendem Gestein herstammen und durch die zerrüttende, auch gegenwärtig bei jedem Wasserstandswechsel an allen Flüssen mit Kaskaden, Wirbeln und starkem Wellenschlag zu beobachtende Tätigkeit des anprallenden Wassers erzeugt wurden, um erst später im tonigen oder sandigen Schlamm eingehüllt und mit diesem umgelagert zu werden.

Jedoch können, wie oben bemerkt wurde, äußerlich ähnliche und petrographisch völlig übereinstimmende Knollen ebenfalls erst innerhalb sandiger Quartärschichten entstehen, wie sich auch auf der Oberfläche der letzteren größere zusammenhängende Eisensandsteinplatten bilden können.

Anlaß hierzu bietet die Ausscheidung von Eisensalzen aus dem Wasser der Inundationsseen der Hochwasserperiode. Die zum Niederschlag gelangenden humussaueren Eisenverbindungen und Eisenhydroxyde setzen sich entweder zugleich mit lehmigem Schlamm ab und bilden Morasterz, oder sie überkrusten andere Gesteine, oder sie verkitten Sand und erzeugen Eisensandstein. In durchtränkten Sandmassen gelangt hierbei die Neigung der Eisensalze zu konkretionären Zusammenballungen zur Geltung und es können knollige Eisensandsteinbildungen entstehen. Die Entwässerung und Rotfärbung der braunen Eisenhydroxyde bezw. ihre Umwandlung in rotes Eisenoxyd geschieht bei wiederholter abwechselnder Durchfeuchtung und Austrocknung unter der intensiven Licht- und Wärmeeinwirkung der tropischen Sonnenbestrahlung verhältnismäßig sehr rasch.

Einen Beweis liefern die stalaktitartig gestalteten Eisensandstein-Bildungen, welche manchmal sandige Tonschichten nahe der Tagesoberfläche wie Wurzeln senkrecht durchsetzen, wie dies z. B. am Gipfel der Serra Paranaquára, in den Uferlehnen des Trombetas und anderwärts der Fall ist. (L. 26, 28). Offenbar wurden die unregelmäßig röhrenförmigen, anscheinend von Wurzeleindrücken herstammenden Hohlräume zunächst mit Sand ausgefüllt, dieser dann durch infiltriertes Eisenhydroxyd verfestigt und das letztere nachträglich in rotes Eisenoxyd umgewandelt.

Diese Vorgänge müssen nach der Sachlage jedenfalls in der jüngeren Quartärzeit stattgefunden haben. Allein sie können auch gegenwärtig noch beständig vor sich gehen, weil es dazu keineswegs in jedem Falle geologischer Zeiträume bedarf, wie die Tatsache beweist, daß bei Obidos auf dem Inundationsterrain zwischen dem Lago de Pauxis und dem Lago do Jauerá-tepauá zu Beginn der Trockenzeit 1896 die Rotfärbung des von limonitischem Schlamm verfestigten Sandes in einer 1—3 cm starken Schicht binnen eines Monates bewirkt wurde. (L. 65.) Dieser unmittelbar beobachtete Vorgang kann nicht auf Kalzination im eigentlichen Sinne beruhen, weil die Bodentemperatur bei Obidos auch an der

Sonne 42° C. nicht übersteigt, sondern wird durch das Zusammenwirken der angegebenen Faktoren erzielt. Ebenfalls durch Beobachtung ist festgestellt worden, daß ein Kochsalzgehalt des Wassers die Ausbildung kristallinischen Eisenoxydes bei der Deshydratisation des formlosen Eisenhydroxydes fördert und diese Bedingung ist nicht nur in der Litoralzone des Atlantischen Ozeans, sondern bis hoch hinauf am Amazonas und seinen Zuflüssen erfüllt.

Das hervorgehobene Moment der abwechselnden Durchfeuchtung und Austrocknung von mit Eisenhydroxyd durchsetzten Ablagerungen unter der intensiven Licht- und Wärmeeinwirkung der mächtigen tropischen Sonnenbestrahlung wird als für alle Formationen gültiges Erklärungsprinzip der roten Farbe von Schichtgesteinen noch zu wenig gewürdigt*).

Aus dieser Darlegung ergibt sich, daß sowohl die oberflächliche Rotfärbung gewisser Strandablagerungen, als auch die Entstehung von hämatitischem Sandstein Jahr für Jahr beständig stattfindet und daß daher die Eisensandsteinknollen im Quartär des unteren Amazonasgebietes zum Teil auch ganz jugendliche Bildungen sein können. Die Hauptmasse freilich ist älteren Ursprunges, wenngleich uns bis jetzt ein Anhalt zur verläßlichen Altersbestimmung des Schichtenkomplexes, aus welchem sie stammen, mangelt. Vielleicht bildete der ursprüngliche Eisensandstein im primären Anstehenden ein Glied des Mesozoikums, ja vielleicht sogar des Perms, welche letztere Annahme in Bezug auf gewisse zähe konglomeratartige und quarzige Abarten des Tapajósgebietes und der Gegend von Alemquer gar nicht unwahrscheinlich ist. Daran ist indessen festzuhalten, und es ist mit ein Kriterium zur Altersfeststellung der Schichten, daß alle Ablagerungen, in welchen abgerollte, oder offenbar umgelagerte Blöcke und Knollen des Eisensandsteines (Parásteines) eingebettet liegen, dem Quartär angehören. Diese Ablagerungen sind die am meisten verbreiteten und überall anzutreffenden Oberflächengebilde der Amazonasniederung.

Die Art und Weise des Auftretens der Block- oder Knollenmassen darin möge durch einige Beispiele erläutert werden.

---

*) Alle Theorien der geologischen Entwicklung unserer Erde sind darin einig, daß in früheren geologischen Epochen selbst in der Polnähe ein dem jetzigen tropischen ähnliches Klima geherrscht habe. Dadurch war in den ältesten Perioden die Möglichkeit der Rotfärbung von Binnenland- und Strandablagerungen durch die angeführten Agentien auch in hohen Breiten vorhanden, während nach erfolgter Differenzierung der klimatischen Zonen diese Möglichkeit mehr und mehr auf den äquatorialen Gürtel eingeschränkt wurde. Aus diesem Grunde entstehen rotgefärbte Schichtgesteine in ausgedehntem Maßstabe gegenwärtig auch nur in den Tropen und zwar hauptsächlich in Litoral- und Inundationsgebieten, was in Bezug auf die Entstehung der roten Schichtgesteine älterer Formationen, wie des Old Red, des Rotliegenden und Buntsandsteines, einen gewiß beachtenswerten Fingerzeig bietet. Auch die Rotfärbung des (im unteren Amazonasgebiete fehlenden) Laterits findet darin wenigstens teilweise eine natürliche Erklärung.

In den Sand- und Steinbrüchen der Umgebung von Belém do Pará tritt der Eisensandstein in sehr wechselndem Schichtenverbande auf.

In den Steinbrüchen bei dem Asyl der Leprakranken Tocunduba (SO. von Belém), welche die Hauptstadt seit Jahrzehnten hauptsächlich mit Gebrauchssteinen versorgen, liegt der Eisensandstein stellenweise offen an der Tagesoberfläche, während er an anderen Stellen von einer $^1/_2$—3 m mächtigen Schicht von sandigem Ton bedeckt wird. Er tritt hier zum Teil in großen Blöcken auf, die sich oft mit scharfen Kanten derart aneinander fügen, daß in beschränkten Entblößungen, wie sie in den Steinbrüchen geschaffen werden, der Eindruck zerklüfteter und verbrochener Schichten erweckt wird. Die sehr wechselnde, durch fein- und

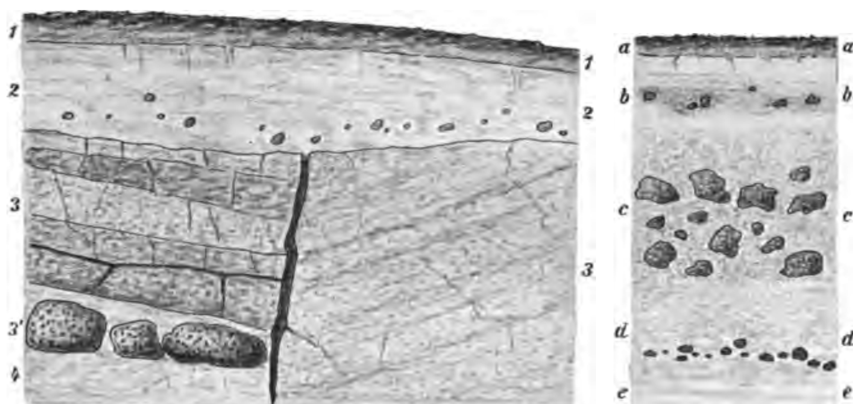


Abb. 13. Profile aus den Eisensandstein-Brüchen bei Tocunduba nächst Belém (Pará).

1 Erdreich.
2 Sandiger Ton mit Matacões.
3 Eisensandstein massig.
3' Derselbe in losen Blöcken.
4 Sandiger Ton.

a Humöser Waldboden.
b Sandiger Ton mit sandig-limonitischen Konkretionen.
c Sand mit Eisensandsteinblöcken.
d Toniger Sand mit Eisensandsteinknollen.
e Gebänderter Ton.

grobkörnige Lagen bewirkte innere Schichtung der einzelnen Blöcke und der Umstand, daß selbst die größten derartigen Sandsteinmassen, nach mir vielfach gemachten Angaben, sich beim Abbau doch nur als im sandigen Ton eingelagerte Nester erwiesen, sprechen jedoch dagegen.

In dem großen Steinbruch SW von Tocunduba war (im Jahre 1897) die folgende Schichtenreihe entblößt (Abb. 13 links):

Unter dem 20—40 cm mächtigen, etwas humösen Waldboden folgten 150 cm eisenschüssigen sandigen Tones mit vereinzelten kieseligen Geröllen (Matacões); darunter 2—3 m Eisensandstein und unter diesem im westlichen Bruchstoß grauweißer sandiger Ton. Auf der Ostseite des Steinbruches war der Eisensandstein in der ganzen, fast 3 m betragenden

Entblößung massig entwickelt und nur schwach zerklüftet, so daß hier auch einen Kubikmeter große Blöcke hätten gewonnen werden können. Durch abwechselnd gröberen und feineren Quarzsand, sowie tief kirschrotes, etwas erdiges und violettschwarzes blättrig kristallinisches Hämatit-Bindemittel war im Gestein eine unregelmäßige Bänderung bewirkt, die ein Einfallen von beiläufig 30° nach SO (8^h) besaß. Gegen die Mitte des Bruches war diese Parásteinmasse anscheinend von einer mit sandigem Ton ausgefüllten Kluft begrenzt, jenseits welcher im westlichen Teile des Bruches unten, auf grauweißem sandigem Ton aufliegend und von ihm teilweise umhüllt, große abgerundete Blöcke eines grobkörnigen konglomeratartigen, und darüber dann einige gegen Westen anscheinend auskeilende, sehr hämatitreiche feinkörnige Eisensandsteinbänke von etwa 1.5 m Gesamtmächtigkeit aufgeschlossen waren. Das flache Einfallen der Ablösungsflächen der letzteren scheinbaren Schichten war nach Nordosten (4^h) gerichtet. Sowohl dieser plattige als der massige Eisensandstein wurden gegen Tag zu gleichmäßig von sandigem Ton bedeckt.

In einem anderen Steinbruche südlich von Tocunduba fand sich von oben herab die folgende Schichtenreihe: Etwas humöser Waldboden 20 bis 30 cm; darunter grauer sandiger Ton, im mittleren Teil stark eisenschüssig, rostbraun gefärbt, mit sandig-limonitischen Konkretionen 1 m mächtig; darunter ein $2^1/_2$ m mächtiges Lager von in Sand eingebetteten Blöcken zähen, festen, an der Oberfläche schlackig rauhen, von einer sandig-ockerigen Zersetzungsrinde bedeckten, sehr hämatitreichen Eisensandsteines; darunter etwa $1^1/_2$ m gelben, eisenschüssigen, tonigen Sandes mit einer unregelmäßigen Lage faust- bis kopfsgroßer löcheriger Knollen von im Innern schwarzviolettem, außen von einer hellroten sandig-tonigen Zersetzungsmasse umhülltem Eisensandstein. — In dieser Steingrube konnten bloß mittelgroße Blöcke des Eisensandsteines, selten solche von 80 cm Länge und 50 cm Höhe und Breite gewonnen werden, man beutete jedoch auch die kleinsten Knollen aus, weil auch diese zu Pflasterungszwecken Verwendung finden. (Vergl. Abb. 13 rechts.)

In den Sandgruben an der östlichen Peripherie der Stadt kommen zumeist überhaupt nur kleine Knollen des Eisensandsteines im Sand oder sandigem Ton eingebettet vor, stellenweise in einer, anderwärts in zwei bis drei unregelmäßigen Lagen übereinander, in ungleichen Tiefen von 1—4 m unter der Tagesoberfläche. Oft bildet weißer oder gebänderter Ton ihre Unterlage.

Nördlich von Belém, bei Pinheiro, Mosqueiro und Vigia, sowie anscheinend auch bei Curuçá und Cintra, tritt der Eisensandstein stellenweise in Bänken von wechselnder Mächtigkeit auf, die stets von Ton unterlagert werden. Dasselbe ist jenseits des Rio Pará auf der Südostseite der Insel Marajó bei Soure, Cachoeira und Ponta de Pedras, so-

wie auf der Nordseite der Insel bei Chaves der Fall. Dieser ziemlich konstante Schichtenverband des Eisensandsteines könnte zur Annahme verleiten, daß sich derselbe hier zum Teil auf ursprünglicher Lagerstätte befinde. Er würde dann einer vorquarternären Bildungsepoche angehören und die bezüglichen litoralen Abschnitte der Amazonasniederung wären verhältnismäßig älter als die meisten landeinwärts liegenden Teile derselben. Der Mangel an hinlänglichen Entblößungen gestattet jedoch nicht das ununterbrochene Anhalten des Eisensandsteines von einem Aufschluß zum anderen zu verfolgen, so daß es sich hier auch nur um einzelne, ursprünglich im Ton eingebettete, gegenwärtig durch Wasser und Wind teilweise bloßgelegte, große Linsen handeln kann, womit die von Ort zu Ort stark wechselnde Mächtigkeit der Sandsteinbänke übereinstimmen würde.



Abb. 14. Eisensandsteinblöcke am Strande bei Mosqueiro. (Erläuterung im Text.)

Eine diesbezüglich völlig sichere Entscheidung muß vorläufig dahingestellt bleiben; aber ohne jeden Zweifel gehört auch in der angeführten Strandzone ein Teil des Eisensandsteines bestimmt dem Quartär an. Es sind die im Ton oder tonigen Sand eingeschlossenen losen Blöcke, deren Auftreten das folgende Profil in der Nähe des Leuchtturmes von Mosqueiro veranschaulichen mag. (Abb. 14.)

Unter der 2.3 m mächtigen Oberflächenschicht von am Tage schwach tonigem und feinkörnigem, gegen die Tiefe grobem und eisenschüssigem Sand, mit einzelnen Knollen von tonigem Roteisenstein in den tiefsten Lagen, folgt 1.5 m weiß, rot und rotgelb unregelmäßig gebänderter sandiger Ton und in diesem eingebettet darunter, in einer bis zum Ebbespiegel etwa über 2.5 m mächtigen Schicht, große abgerundete, löcherige Blöcke von Eisensandstein, zumeist in der groben konglomeratartigen Ausbildung. Einige Meter vom Ufer ragen aus dem Wasser bei Ebbe mehrere zerfressene Blöcke hochhämatitischen Konglomerates hervor und

die Klippe, auf welcher der Leuchtturm steht und ein anderer, noch weiter in die Bai von Marajó vorgeschobener, breiter flacher Fels bestehen aus demselben Gestein. Ob die letzteren Massen einer zusammenhängenden Eisensandstein-Ablagerung angehören oder auch nur isolierte riesige Blöcke vorstellen, ist nicht zu entscheiden.

Ähnliche Verhältnisse machen sich auch im Inneren des Gebietes an vielen Orten geltend. Es hat oft den Anschein, als ob grobe Sandsteine und Konglomerate in anhaltender Ausbildung die quartären Schichten mit eingeschlossenen Blöcken des Eisensandsteines unterlagern würden. Ganz sicher deutbare Profile fand ich jedoch nirgends.

Die unregelmäßige Einlagerung von mehr minder großen, zum Teil auch riesigen Blöcken des Eisensandsteines und Eisenkonglomerates in tonigen und feinsandig-tonigen Schichten ist in den 8—10 m hohen Uferlehnen des Amazonas von Gurupá bis zum Xingú besonders schön zu sehen. Daß die Blöcke eingeschwemmt und die ganze Ablagerung eine jugendliche umgelagerte Bildung ist, kann keinem Zweifel unterliegen. Die so beschaffenen Ablagerungen haben Agassiz zur Annahme seiner Amazonasdrift geführt, was gewiß charakteristisch für ihr Aussehen ist.

Ein typisches Beispiel dieser Art, welches zum Schluß noch angeführt werden mag, bietet die Serra da Escama bei Obidos.

Dieser 67 m hohe, von Nord nach Süd gestreckte, am Gipfel sattelförmig flach eingebogene Hügel wird durch den Lago de Pauxis und durch den Ausläufer, welcher diesen See mit dem Amazonas verbindet, von dem hohen Ufer geschieden, auf welchem die Stadt und Festung Obidos liegen. Die Serra besitzt außer gegen Nordosten, wo sie durch eine mäßige Senke mit der Hochebene des Innern zusammenhängt, allseits ziemlich steile Böschungen, die fast gänzlich durch Gebüsch und Wald bedeckt sind. Immerhin bieten Wassereinrisse und einige künstliche Aufschlüsse einen hinlänglichen Einblick in den geologischen Aufbau dieses die ganze Umgebung überragenden kleinen Gebirges.

Zu unterst sieht man weiße, gelbe und rötliche, horizontal gebänderte, zum Teil äußerst feingeschlemmte, zum Teil sandige Tone, die nach oben zu in lose verkittete tonige Sande und diese in eisenschüssigen mürben Sandstein übergehen. Der letztere ist seines schüttigen Zersetzungsproduktes wegen nirgends deutlich aufgeschlossen, scheint aber nur wenig mächtig zu sein. Auf der Südseite beiläufig vom Drittel und auf der Nordwestseite etwa von der halben Höhe an bis hinauf zum Gipfel tritt dunkelroter bis schwarzvioletter Eisensandstein auf, teils grobkörnig mit untergeordnetem, kristallinisch- oder tonig-hämatitischem Bindemittel, teils feinkörnig, teils fast dicht mit derart vorherrschender kristallinisch-hämatitischer Bindemasse, daß die eingesprengten größeren Quarzkörner dem Gestein porphyrisches Aussehen verleihen. Auf der Südostseite, am

Abfall gegen den Lago do Caranazal, befinden sich größere Steinbrüche, in welchen dieser Sandstein für Bauzwecke gewonnen wird. Er tritt hier in Knollen und Blöcken auf, die sich lagenweise eng aneinander schließen und scheinbar verbrochene Schichten bilden (vergl. S. 99). Weiter aufwärts wird das Auftreten der Eisensandsteine unregelmäßiger, indem sie einmal mehr angehäuft, ein andermal in rotem sandigem Lehm nur vereinzelt eingebettet erscheinen. Die letzteren Vorkommen waren wohl für Agassiz die Hauptzeugen seiner Drifttheorie, um so mehr, als die Blöcke meist wenig abgerundet und vielfach mit eigentümlichen Rillen und Riefen an der Oberfläche versehen sind, die aber, wie ihre vollständige Parallelität und die gleiche Form zeigt, durch Abscheuerung vom fließenden Wasser erzeugt und keineswegs Gletscherschrammen sind.

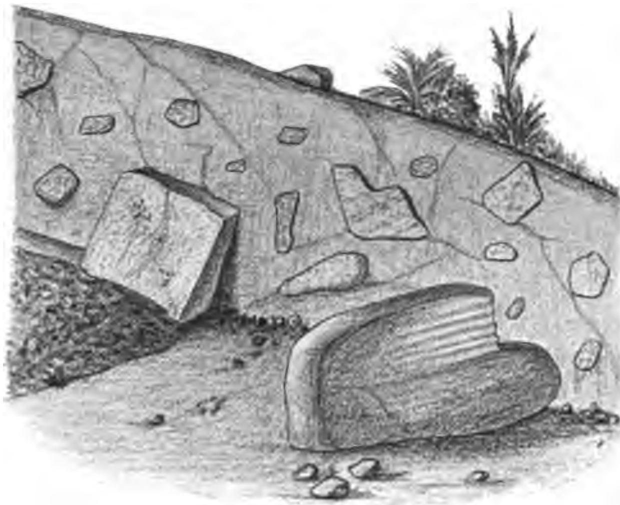


Abb. 15. Eisensandsteinblöcke im sandigen Lehm der Serra da Escama bei Obidos.

Ein diesbezüglicher Aufschluß auf der Nordwestseite etwa 10 m unter dem Gipfel der Serra ist in Abb. 15 wiedergegeben. Der größte Eisensandsteinblock maß 1.27 m in der Länge und 84 cm in der Höhe. Manche Blöcke an anderen Stellen waren jedoch bis 2 kbm groß. Die sandigtonige Masse, welche die Blöcke einschließt, ist hoch eisenschüssig, dunkelrot.

Große Blöcke des Eisensandsteines auf dem höchsten Punkt des Hügels sind mit Indianer-Inschriften und Zeichnungen versehen (vergl. die Literaturnotiz [11]) und weil der Boden rundum hohl klingt, glaubt man in Obidos, daß der Gipfel der Serra da Escama eine Grabstätte indianischer Häuptlinge gewesen sei, worauf die Felsinschriften übrigens selbst auch hinweisen.

Tertiärsystem.

Dem Tertiär gehören im unteren Amazonasgebiete, soweit bis jetzt bekannt, ausschließlich Süßwasser-Ablagerungen an. Die jüngeren unterscheiden sich petrographisch von gewissen Quartärgebilden nur wenig oder gar nicht, allein durch ihre durchgreifende Schichtung und durch ihre auf weite Erstreckungen gleichbleibende Entwicklung dokumentieren sie sich als ursprüngliche Ablagerungen gegenüber den umgelagerten Quartärbildungen. Auch haben sie mancherlei Störungen erfahren. Da diese wichtigen Unterscheidungsmerkmale nur bei guten Aufschlüssen entsprechend zur Geltung kommen, an welchen es in der weiten Amazonasniederung, wie in jeder Ebene, recht sehr mangelt, ist eine scharfe Trennung von Quartär und jüngerem Tertiär häufig nicht durchführbar. Desgleichen ist eine Gliederung der Tertiärablagerungen nach Formationen nicht möglich, weil irgend welche fossile tierische Reste in diesen Schichten, trotz ihrer großen Mächtigkeit und weiten Verbreitung bisher nicht aufgefunden wurden. Man kann nur ganz allgemein jüngeres und älteres Tertiär unterscheiden, wobei man hauptsächlich auf petrographische Merkmale angewiesen ist.

Neogen.

Das jüngere Tertiär des unteren Amazonasgebietes besteht aus einer Wechselfolge von tonigen und sandigen Schichten mit Sandsteinbänken, wie sie in den grabhügelähnlichen, wallartigen Serras zwischen Almeirim und Prainha typisch entwickelt ist. Als Beispiel sei der Aufbau der Serra Paranaquára angeführt, welche von Hartt (L. 10 und L. 26) genau untersucht worden ist. Dieser Forscher fuhr den östlich von Prainha in den Amazonas mündenden kleinen Fluß Jauarý, in welchem es von Alligatoren wimmelt, eine kleine Strecke hinauf und überquerte dann das von Eisensandsteinblöcken bedeckte sandige Campo bis zum Westfuße der Serra, wo er den Aufstieg am leichtesten bewerkstelligen zu können hoffte. War schon die Wanderung über das Campo anstrengend, so erwies sich der Aufstieg auf die Serra wegen der steilen Abstürze und überhängenden Felswände überaus beschwerlich und die eingehende geologische Untersuchung wegen der dichten dornigen Pflanzendecke vielfach unmöglich. Hartt versuchte das Gestrüpp durch Abbrennen zu entfernen, vermochte sich aber vor dem Riesenbrand, welcher dadurch entfacht wurde, kaum selbst zu retten. Mit solchen und ähnlichen Beschwerlichkeiten hat der Geologe am Amazonas ständig zu kämpfen! —

Die Schichtenfolge, welche Hartt in der Serra Paranaquára ermittelte, ist die folgende:

1. Zu unterst eine starke Bank von aschgrauem, feingeschlemmtem Ton; darüber

2. eine nicht gut entblößte Schichtenfolge von grobem eisenschüssigem Sandstein mit einer Einlagerung von Toneisenstein; darüber

3. eine mächtige Schicht von hartem, ebenflächigem, feinkörnigem, tonigem Sandstein von weißer Farbe, teilweise bunt gebändert oder gefleckt; darüber

4. sandiger Ton ohne Schichtung von wechselnder Farbe, mit unregelmäßigen Eisenoxydimprägnationen;

5. weißer oder wachsfärbiger, mürber, feinkörniger Sandstein mit tonigem Bindemittel;

6. eine mächtige Lage von weißem, zum Teil sehr reinem, zum Teil sandigem Letten, der bisweilen den Eindruck einer schlierigen Mischung von zwei verschiedenen Tonarten macht. An der Sonne wird dieser Letten sehr hart und widersteht der Verwitterung besser als die unterlagernden Schichten. Demzufolge bildet er an den Gehängen der Serra vorspringende Terrassen, deren Ränder steil abstürzen. Darüber folgt

7. eine sehr mächtige Ablagerung von grauweißem kaolinischem Ton, der zwar gut geschichtet, aber nicht schieferig spaltbar ist. Die schönsten Entblößungen bieten die offenen Wände und kahrähnlichen Nischen auf der Südostseite der Serra.

Diese Schichtenreihe, welche etwa 250 m Mächtigkeit besitzt, gehört dem Neogen an. Die darüber folgenden Schichten sind eluviale Quartärgebilde, bestehend aus einer 2.5—3 m mächtigen Lage eines roten sandigen Tones voll von eigentümlichen Eisensteingebilden, welche meist eine längliche stalaktitische Form besitzen und die Schicht wie Wurzeln vertikal durchdringen (vergl. S. 101), worüber dann zu oberst eine 1—2 m mächtige ziegelrote Erdschicht, bestehend aus einer Mischung von Ton mit sehr feinem Sand, folgt.

Die Lagerung der Schichten ist in der ganzen Serra Paranaquára horizontal. Die widerstandsfähigen Schichten 3 und 6 bilden rund um dieselbe mehr minder breit hervortretende Terrassen mit steilen Abstürzen und überhängenden Felswänden (Balmen). Der mit Gebüsch bedeckte Gipfel der Serra ist fast völlig eben. (Abb. 16.)

Der geologische Aufbau der übrigen isolierten Tafelberge, welche sich ostwärts an die Serra Paranaquára anreihen (Abb. 1 und S. 6), ist näher nicht bekannt. Denn obwohl diese Hügel verhältnismäßig nahe am Amazonas hinziehen, sind sie doch nur durch beschwerliche und wenig versprechende Expeditionen zu erreichen. Die meisten davon dürften überdies bloß sehr mangelhafte Entblößungen aufweisen, welche kaum eine vollständige Schichtenfolge zu bestimmen gestatten würden, da sie schon von der Ferne gesehen, reichlicher bewaldet und mit dichterem Gebüsch bestockt erscheinen, als die Paranaquára. Martius (L. 1)

bestieg die Serra de Almeirim und gibt an, dort nur Eisensandstein gefunden zu haben. Vielleicht waren es bloß verrollte Blöcke, weil, wie schon Hartt richtig bemerkt (L. 26), im allgemeinen Aufbau der gesamten Hügelreihe von Almeirim bis Prainha große Unterschiede wohl kaum bestehen können.

Das Neogen tritt in dieser Gegend unter der wenig mächtigen Quartärbedeckung bis an den Amazonas heran und zwar anscheinend sowohl im Norden als im Süden. Bei Prainha war früher besser als gegenwärtig, wo eine Quaimauer das Ufer gegen die Unterwaschung und Zerrüttung durch den reißenden Amazonas schützt und die Ausbisse verdeckt, eine gegen Osten geneigte Schichtenfolge entblößt, die von unten nach oben aufweist:



Abb. 16. Der Neogen-Tafelberg Serra Paranaquára, gesehen von Südwesten.

1. Schütteren groben Sandstein, zum Teil eisenschüssig und rot gebändert, leicht zerfallend; darüber
2. weißen oder hellgrauen, dünnspaltbaren Letten voll von Blattabdrücken; zu oberst
3. weißen und gelben tonigen Sand.

Die Blattabdrücke scheinen nach Hartt (L. 23) lebenden Pflanzenarten anzugehören, weshalb dieser Forscher die Schichten für rezent und ihre geneigte Lage als durch Unterspülung bewirkt ansah. Letzteres ist zwar nicht unmöglich, würde aber die große Wahrscheinlichkeit der Zugehörigkeit der Schichten von Prainha zum Neogen kaum vermindern können. Leider ist der Charakter der im Letten eingeschlossenen fossilen Flora noch gänzlich unbekannt. Es wäre nicht befremdend, wenn auch ein sehr großer Teil der Abdrücke mit lebenden Arten übereinstimmen würde, weil, was man bis jetzt über tertiäre Floren der Tropen und speziell über jene Südamerikas*) weiß, darauf hinweist, daß die Unter-

*) H. Engelhardt: Über Tertiärpflanzen von Chile. Abhandl. Senckenberg'schen naturw. Ges. XVI, 1891. — Über neue fossile Pflanzenreste vom Cerro de Potosi. Isis, 1894. — Über neue Tertiärpflanzen Süd-Amerikas. Abhandl. Senckenberg. etc. XIX. 1895.

schiede zwischen der damaligen und der heutigen Pflanzenwelt nur ganz gering waren. — Übrigens sind ähnliche dicotyledone Blattabdrücke auch am Tapajós oberhalb Miritituba nahe der Mündung des Itapacurá-assú und am Tocantins in Schichten, die ebenfalls zum Neogen gestellt werden können, gefunden worden.

Auf der Südseite des Amazonas gegenüber von Almeirim hat Hartt die sandigen und tonigen Schichten im Bereiche des Furo do Aquiqui selbst dem Tertiär zugewiesen (L. 20) und es werden hier somit von der Mündung aufwärts zum erstenmal die Ufer des Amazonas beiderseits von tertiären Ablagerungen gebildet.

Oberhalb Prainha ist das Neogen im Plateau von Monte Alegre anscheinend ganz anders entwickelt als in der Serra Paranaquára. Im

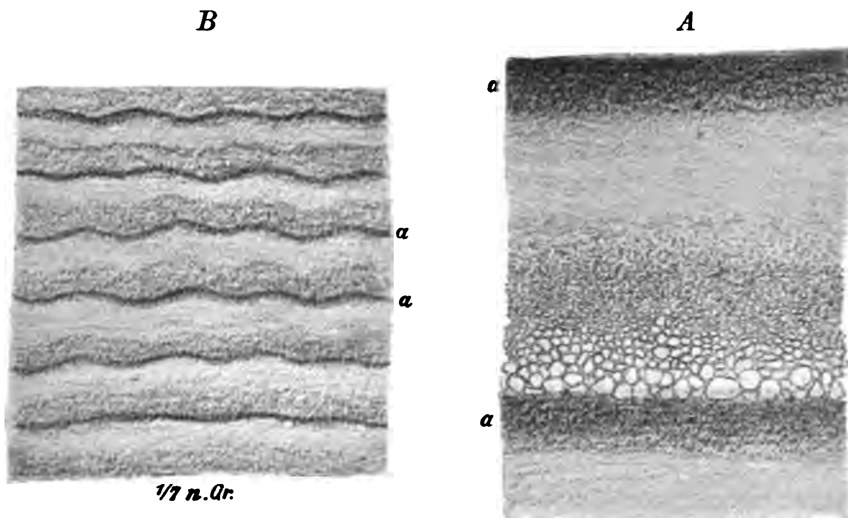


Abb. 17. Wellige Bänderung im Neogen-Sandstein von Monte Alegre.
A natürliche Größe, *B* verkleinert.
a a die einander entsprechenden hämatitischen Bänder.

steilen Abfall des Plateaus zwischen der oberen und unteren Stadt treten nur kaolinische Sandsteine von zumeist hell violetter Farbe auf. Nach oben lösen sie sich allmählich in schwach verkittete eisenschüssige und schließlich in ziemlich reine Quarzsande auf, welche die Oberfläche des Plateaus bedecken und nicht nur dem sich im Norden der Stadt ausbreitenden Campo auf weite Strecken, sondern auch dem Boden der Stadt, besonders dem großen Platz um die Kirche, während der Trockenzeit ein wüstenähnliches Aussehen verleihen. Die offene Mächtigkeit des kaolinischen Sandsteines beträgt etwa 50 m. Er ist in der Hangendpartie ziemlich mürbe, in den tieferen Lagen aber meist hart und zähe. Die Schichtung ist im allgemeinen deutlich und die Mächtigkeit der Schichten wechselt zwischen 0.5—3 m. Die Lagerung ist eine fast

horizontale, nur ganz flach nach Süden geneigte. Die mächtigen Bänke besitzen eine vorzüglich ausgeprägte wellig parallele innere Struktur, hervorgebracht durch abwechselnd grobsandige und feinkörnige und zugleich auch verschieden gefärbte Lagen. Diese Struktur ist ohne Zweifel durch Wellenschlag bewirkt und beweist, daß der Sandstein im seichten Wasser am Strande abgelagert wurde. Die Dicke der einzelnen welligen Lagen beträgt etwa 6—8 cm und die Reihenfolge der darin nacheinander erfolgten groben und feinen Ablagerungen, wie sie Abb. 17 veranschaulicht, ist oft durch einen mehrere Meter mächtigen Schichtenkomplex hindurch erstaunlich gleichmäßig. Die feinschlammigen hämatitischen Bänder dürften den jeweiligen Abschluß einer Aufschwemmungsperiode markieren.

Diese festen, lagenweise konglomeratartigen Sandsteinbänke, die hauptsächlich von der halben Geländehöhe abwärts entwickelt sind, wirken gegenüber den auflagernden mürberen und den oberflächlichen zersetzten Schichten wasserstauend und bilden einen ausgeprägten, von einem Streifen üppiger Vegetation bezeichneten Quellenhorizont, wie dies schon oben (S. 49) erläutert wurde. Die frei austretenden Quellen haben an mehreren Orten Nischen und kleine Grotten ausgehöhlt, die in dem von der Tropensonne durchglühten Gehänge durch ihren Schatten und ihre Feuchtigkeit angenehme Kühle gewähren. In einigen dieser Grotten sammelt sich das von den Wänden sickernde Wasser in einem kleinen Bächlein, häufiger aber werden in die Felswand Röhren eingetrieben, um den Wasseraustritt in einem stärkeren Strahl zu konzentrieren.

Der obere Stadtteil von Monte Alegre mit der vom Amazonas aus weiter Ferne sichtbaren Kirche nimmt annähernd den höchsten Punkt des Plateaus ein, welches von hier nach allen Seiten abfällt. Nach Süden ist der beschriebene Steilabsturz gerichtet und auch nach Osten ist das Abfallen ein rasches; flacher wird es nach Westen und ganz flach nach Norden. Auf der westlichen Abdachung dringt die Auflösung des kaolinischen Sandsteines in tonigen eisenschüssigen, bezw. an der Oberfläche, durch Deflation der tonigen Bestandteile, in mehr minder reinen Quarzsand besonders tief in das Gestein ein. In einigen Entblößungen entlang eines tief eingeschnittenen, nach Surubijú führenden Weges und in Sandgruben sieht man die Mächtigkeit des Sandes auf 6—10 m offen. In der tiefsten Partie ist die allmähliche Entwicklung aus dem hier zum Teil recht groben kaolinischen Sandstein an mehreren Stellen deutlich zu verfolgen. Die mittlere Hauptmasse des Sandes ist vorwiegend feinkörnig, eisenschüssig und zuweilen selbst lößähnlich, besonders wo sich darin vertikale Abbrüche zeigen. Die oberste 0.5—15 m mächtige Lage dagegen ist stets grobkörnig und enthält reichlich größere Quarzgerölle, Brocken verschiedener Gesteine und auch Limonitkonkretionen, welche an vor der Abschwemmung geschützten Stellen

Anlaß zur Bildung von kleinen Erdpyramiden geben, ähnlich wie bei Obidos (vergl. S. 83). Die grobsandige Oberflächenschicht ist offenbar das Ergebnis einer Auslese: die tonigen Partikeln und der feinste Sand werden teils herausgewaschen, teils herausgeblasen.

Diese eluvialen Sande sind südwärts teilweise verschwemmt und bedecken in der Niederung des unteren Maecurú (Gurupatúba) bunte Tone mit Blöcken von Eisensandstein — zweifellos quartäre Bildungen. In ähnlicher Weise wird das Neogen-Sandsteinplateau von Monte Alegre auch im Norden und Osten von Quartärablagerungen umgeben, über welche es tafelbergartig aufragt.

Weiter im Norden treten die Tertiärschichten jedoch wieder hervor, so namentlich im südlichen und westlichen Teil der Kolonie Jacaré. Der Hauptplatz (Nucleus) dieser Kolonie liegt auf roten verwaschenen Eluvialbildungen mit zahlreichen Eisensandstein-Blöcken, welche Ablagerungen jedoch im Graben auf der Westseite der Kolonie deutlich von kaolinischen Sandsteinen unterlagert werden, sehr ähnlich jenen von Monte Alegre, nur höher eisenschüssig und daher lebhafter rot oder gelb gefärbt. Dieselben wirken gegenüber den auflagernden durchlässigen Schichten ebenso wasserstauend wie bei den Quellen von Monte Alegre und der Hauptbrunnen der Kolonie beruht auf analogen Wasserverhältnissen.

Die kaolinischen Sandsteine mit den konglomeratartigen und tonigen Einlagerungen scheinen in diesem ganzen Gebiete trotz der petrographischen Verschiedenheit den Schichten 2—5 der Paranaquára-Reihe zu entsprechen.

Das Neogen bei Santarém und am unteren Tapajós besitzt wieder eine verschiedene Entwicklung, jedoch ist die Analogie mit den Tafelbergen auf der Nordseite des Amazonas unverkennbar. Bunte Tone, Sande und mürbe tonige Sandsteine herrschen ähnlich vor, wie im Quartär; allein die dazwischen eingeschalteten, wenn auch vereinzelten Bänke festen Sandsteines bekunden das höhere Alter dieser Ablagerungen, in welchen es leider an hinlänglich zusammenhängenden Aufschlüssen mangelt. In den hohen Uferlehnen des Tapajós unterhalb Aveiros, insbesondere auf der rechten Seite etwa von der Bucht (Emseada) do Santinho bis zur Ilha da Fortaleza treten aus dem Walddickicht wiederholt Felswände hervor, an deren steilen Abstürzen man den Wechsel von roten und grauen Schichten, Tonen und Sandsteinen, beobachten kann. In der Nähe der Ponta (Landspitze) d'Andirá entspringen aus diesen Schichten Quellen, die, ähnlich wie bei Monte Alegre, durch in die Felswand eingetriebene Röhren zum kräftigeren Erguß gebracht werden.

Weiter nördlich erhebt sich am rechten Tapajósufer ein weithin sichtbarer Hügel von eigentümlich dachförmiger Gestalt, welcher Alter do Chão, d. i. Erdaltar, genannt wird (Abb. 18). Ein kleiner Ort gleichen Namens liegt in der Ebene südwestlich näher zum Tapajós am

Ufer eines Sees. Häufig wird der Name Alter do Chão nur auf den Ort bezogen, der Berg aber Serra Piróca, d. h. kahler Berg, oder Serra de Cururú, auch Serra do Americano genannt, zur Erinnerung an einen von den ehemaligen nordamerikanischen Kolonisten der hiesigen Gegend. Diese Serra bildet den westlichsten isolierten Ausläufer des Plateaus im Süden von Santarém, dessen Teile verschiedene Namen führen, wie Serra Irurá, S. Urumarý, S. Mararú, S. Girubá, S. Panéma, aber nur die westliche stärker gegliederte Fortsetzung des Tafellandes von Diamantina vorstellen. Während dieses Plateau zum größten Teil schönen hohen Urwald trägt, ist die Serra Piróca fast kahl, da nur fleckenweise zähes Gras und niederes Gestrüpp, hie und da auch ein verkrüppeltes Bäumchen darauf gedeiht. Die steilen Gehänge der Serra sind aber so vollständig verwaschen, daß trotzdem auf keiner Seite die Schichtenfolge genau abgenommen werden kann. Sie besteht aus grauen und roten sandigen Tonen, durchschossen von einigen oft eisenschüssigen, gelb gebänderten festeren Sandsteinbänken und einzelnen grauweißen kaolinischen Lagen. Der Gipfel der Serra wird von verhärtetem, feinsandigem, fast weißem Ton gebildet, auf welchem Blöcke eines dichten roten Toneisensteines ausgestreut herumliegen. Die Lagerung der Schichten scheint gegen Norden etwas geneigt zu sein. Das in der Nähe flach hügelige, weiterhin ebene Land rund um die Serra dürfte ebenfalls aus tertiären Schichten aufgebaut sein,



Abb. 18. Uferlandschaft mit dem aus neogenen Schichten aufgebauten Alter do Chão am unteren Tapajós. Links die Serra Irurá, rechts Steillehne des Neogen am Flußufer.

wird aber von Alluvialbildungen bedeckt, mit stellenweise reichlichen Geröllen eines an der Oberfläche verhärteten und hämatitisierten, im Innern oft mürben und nur schwach eisenschüssigen Quarzsandsteines, oder eines dichten tonigen Roteisensteines.

Von den östlicher gelegenen Hügeln ist der nächste, die Serra Irurá, auch isoliert, während die entfernteren mehr zusammenhängen. Die Aufschlüsse sind im ganzen Gebiete sehr mangelhaft, genügen jedoch, um keinen Zweifel darüber aufkommen zu lassen, daß die Ablagerungen, aus welchen dieses stark gegliederte, auf weiten Strecken von einer mächtigen Terra preta-Schicht bedeckte Plateau besteht, nicht dem Quartär angehören, sondern älter sind. Ein Wahrscheinlichkeitsgrund, sie dem Neogen einzureihen, beruht in der durch Einschaltungen von Gesteinen alten Gepräges in Schichten von jugendlichem Habitus be-

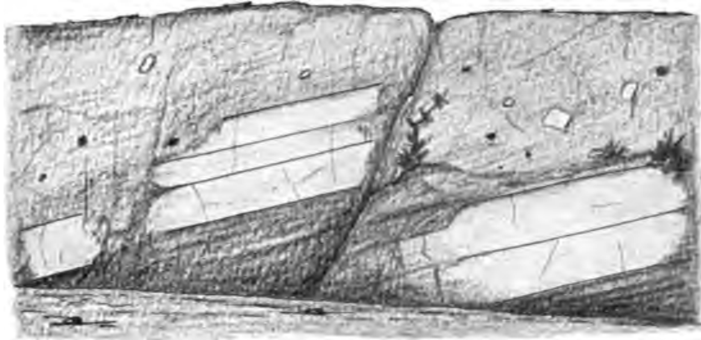


Abb. 19. Profil der Neogenschichten bei Andirobá.
(Erläuterung im Text.)

dingten Analogie mit der Paranaquára-Reihe; aber ein positiver Altersbeweis liegt zur Zeit nicht vor.

Überall in den steilen, dem Amazonas zugekehrten Lehnen (S. 7) sieht man sandige Tone bedeckt von Knauern und Blöcken eines hoch hämatitischen Eisensandsteines, tonigen Roteisensteines und feinkörnigen Quarzsandsteines. In besseren Aufschlüssen erkennt man dann, daß der letztere Sandstein im sonstigen zersetzten Gebirge feste Bänke bildet, oder auch in größeren Massen entwickelt ist. Eine solche tritt unterhalb der Cearenser Ansiedlung Marajó bei Diamantina hervor und wirkt hier gegenüber dem auflagernden sandigen Ton wasserstauend. Die Brunnen müssen auf diesem im Sommer sehr trockenen Plateau bis in diesen Quarzsandstein niedergetrieben werden.

In welchem Verhältnis derselbe zu den ihn einschließenden, der Zersetzung leichter verfallenden Schichten steht, zeigt ein Aufschluß am Aufstieg von der Fazenda Mararú zur Ansiedlung Andirobà (Abb. 19).

Auf grauem, anscheinend durchgreifend geschichtetem, allenfalls parallel schieferigem, von roten Schlieren durchzogenem, sandigem Ton liegt eine im Mittel 80 cm starke Bank des weißen, feinkörnigen, mit spärlichem kaolinischem Bindemittel verzementierten Quarzsandsteines, die unter 17° nach 22ʰ 5° magn. einfällt und von einem Verwurf durchsetzt wird. Über dem Sandstein liegt eine ungeschichtete rote sandigtonige Zersetzungsmasse, die einzelne Stücke eines ähnlichen weißen Quarzsandsteines und zahlreichere Knollen eines stark hämatitischen Eisensandsteines eingeschlossen enthält.

Einige hundert Schritt weiter aufwärts und nach der Lagerung im Hangenden dieser Sandsteinbank erscheint im sandigtonigen hämatitischen Zersetzungsprodukt eine Einlagerung von ebenfalls feinkörnigem, jedoch mehr eisenschüssigem, gelblichem Sandstein, die ganz in einzelne, zumeist scharfkantige Blöcke aufgelöst ist. Der Aufschluß war (1896) leider nicht ausgedehnt genug, um entscheiden zu können, ob es sich hier nur um eine zerrüttete Sandsteinlinse, oder um einen Teil einer durchgreifenden Schicht handelt: er beweist aber, wie leicht in den Tropen durch Tiefenzersetzung auch eine feste Gesteinsschicht derart zerstört zu werden vermag, daß man in einem minder günstigen Aufschluß die losen Zersetzungsüberreste für zusammengeschwemmt ansehen und das Alter der Ablagerung ganz irrig beurteilen könnte (Abb. 20).

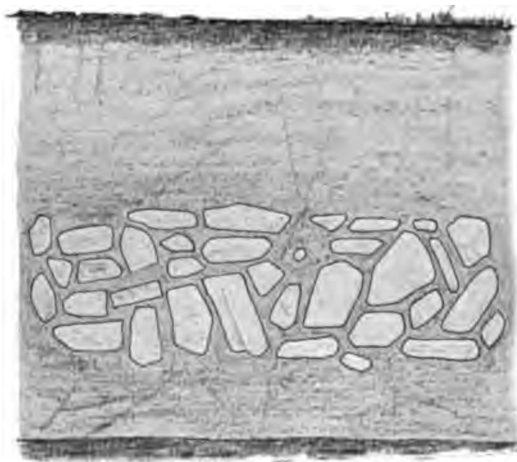


Abb. 20. Zerrüttete Sandsteinschicht im Neogen bei Andirobá.

Offenbar einem verhältnismäßig tiefen Liegend dieser Schichten gehören die harten feinsandigen Tone an, welche die südwestliche Begrenzung der Campinha südlich von Santarém und einen Hügel in ihr aufbauen. Sie sind von hellgrauer Farbe, dichter Beschaffenheit, halbmuscheligem Bruch, sehr undeutlich fast horizontal geschichtet und von zahlreichen Klüften durchsetzt. Am Rande der Campinha wird dieses harte Tongestein von weissem mürbem Sandstein überlagert, über welchem dann die beschriebenen roten sandigtonigen Schichten des Serragehänges folgen. Der isolierte Hügel inmitten der Campinha besteht ganz aus dem verhärteten Ton und ist lediglich durch Erosion von dem randlichen Verbreitungsstück getrennt. Der Ton wirkt wasserstauend und in der

Regenzeit brechen daher am Rande der Campinha überall Quellen hervor, welche dieselbe völlig überschwemmen. Nur diesem Umstande ist es zuzuschreiben, daß sich hier, mitten im Urwald, eine so kleine Campofläche erhält.

Es sei nochmals hervorgehoben, daß sich die Zuzählung des Hügellandes von Santarém zum Neogen vorläufig nur auf Wahrscheinlichkeitsgründe stützt, insbesondere auf eine gewisse Analogie in der Entwicklung mit den Schichtenstufen 3, 4 und 5, zum Teil selbst noch mit 1 und 2 der Paranaquára-Reihe. (Siehe S. 109.)

Dasselbe gilt von den sonstigen, in der Karte ausgeschiedenen Verbreitungsgebieten des Neogen, welches darnach weite Flächen insbesondere entlang des Südrandes des guyanischen Hochlandes einnimmt. Fossilien sind leider nirgends gefunden worden und ein klarer Verband mit Ablagerungen von gesichertem Alter besteht nicht. Deshalb ist es nicht nur nicht unmöglich, sondern eher wahrscheinlich, daß weitere Forschungen zu einer teilweisen Änderung der gegenwärtigen Altersannahme führen können.

Paläogen.

Bestehen schon bezüglich der Altersdeutung der zum jüngeren Tertiär einbezogenen Schichten manche Zweifel, so gebricht es in Betreff der Ablagerungen, die wir zum Paläogen stellen, noch mehr an Sicherheit. Es sind räumlich beschränkte, wiewohl mächtige Sandstein- und Schiefertonbildungen, welche bisher zur Kreide gerechnet und mit Ablagerungen zusammengefaßt worden sind, die nicht nur einen völlig verschiedenen petrographischen Habitus, sondern sicherlich auch ein verschiedenes Alter besitzen.

Das Verbreitungsgebiet des in Rede stehenden Schichtenkomplexes liegt einesteils in der Gegend von Monte Alegre auf der Nordseite des Amazonas und umfaßt dort den Kranz von Bergen, welche die Ebene von Ereré umrahmen, anderenteils am unteren Trombetas. Hier wie dort würde der Einfachheit der Auffassung des geologischen Baues der Gegend am besten gedient sein, wenn man die ganze Schichtenserie zum Carbonsystem einbeziehen dürfte. Es würde dafür nicht nur der enge Verband derselben mit sicheren Carbongebilden sprechen, sondern auch der Umstand, daß die Schichten von diabasischen Gesteinen durchbrochen werden und ferner nicht zum geringsten die vollkommene petrographische Übereinstimmung mit Ablagerungen am Tapajós in der Nähe der unteren Katarakte, die vom Paläozoikum nur schwer abgesondert werden können.

Dieser verlockend naturgemäßen Altersdeutung stehen jedoch die von Hartt und seinen Schülern gemachten und wiederholt betonten Fossilienfunde (L. 10, 23, 28, 29, 30) entgegen, deren Bestimmung durch neuere Entdeckungen zwar nicht entschieden betätigt, aber auch nicht

entkräftet wurde. Es handelt sich um fossile Pflanzenreste, welche von zwei verschiedenen Fundorten bekannt geworden sind. In den Sandsteinen der Serra do Ereré kommen verkieselte Holz- und Stammstücke vor, welche im Querschnitt anscheinend Phloëm und Holz mit Jahresringen und Markstrahlen erkennen lassen und nach Dawson von dikotyledonen Laubhölzern herstammen. In, wie man glaubt, gleichen Schichten der Serra de Paitúna wurden zahlreiche Blattabdrücke gefunden, die ebenfalls von dikotyledonen Pflanzen herrühren.



Abb. 21. Die Serra do Ereré von Nordosten. Links im Hintergrunde die Serra de Paitúna, rechts die Serra de Aroxí und die S. de Maxirá. Das ebene Campo im Vordergrunde besteht aus devonischen Schichten.

Demzufolge ist ein carbonisches Alter natürlich ausgeschlossen und es kann sich nur um jüngeres Mesozoikum oder um Tertiär handeln. Nun sind zwar Dikotyledonen in nordamerikanischen Kreideablagerungen schon verbreitet, aber ihr bisher ausschließliches Bekanntsein aus den fraglichen Schichten des Bergkranzes von Monte Alegre läßt diese doch eher dem Tertiär als der Kreide zugehörig erscheinen, wohin sie bis jetzt stets gestellt wurden. Dazu kommt ferner, daß diese Schichten gleich allen anderen Tertiärablagerungen des unteren Amazonasgebietes Binnenlandgebilde, die sicheren Kreideablagerungen aber

marine Bildungen sind. Jedenfalls ist es vollkommen unzulässig, die Kreideschichten der atlantischen Küste von Pará mit diesen Ablagerungen ohne weiteres zu vereinigen und daraufhin zu behaupten, das Tertiär und Quartär der Amazonasniederung sei von einer breiten Kreidesynklinale unterlagert.

Die Serras des Bergkranzes von Monte Alegre (vergl. S. 5) sind Erosionsrelikte einer ursprünglich im Zusammenhang gewesenen Ablagerung, welche unmittelbar auf paläozoischen Schichten verschiedenen Alters aufruht. Gewissermaßen als ihr Typus kann die Serra do Ereré gelten. (Abb. 21.)

Es ist ein mächtiger, das ebene Campo von Ereré im Süden mauerartig begrenzender felsiger Gebirgswall, dessen von Ost nach West gerichtete Haupterstreckung kaum 4 km mißt und nicht viel länger ist als die Ausdehnung von Süd nach Nord, jedoch weit mehr zur Geltung kommt als diese, weil sich im Osten von dem Hauptkörper der Serra ein niedrigerer Ausläufer noch mehr als 2 km weit bis fast zum Ererébach hinzieht und im Westen, nur durch eine Einsenkung getrennt, sich die Serra de Aroxí anschließt. Fast rundum fällt der obere Teil des Ererébergcs in steilen Wänden mit pittoresken Felsbildungen ab, die von der schütteren Gebüschbedeckung mehr hervorgehoben als verhüllt werden. Der untere Teil der Serra ist auf der Nordseite ebenfalls steil, aber bewaldet, auf der Südseite von flachen Schutthügeln begleitet und nur schwach bestockt. Der aus zumeist großen Blöcken bestehende Schutt behindert leider jeden Einblick in den Schichtenaufbau des Sockels. Es scheint jedoch, daß auch dieser unterste, verdeckte Teil aus denselben Sandsteinen besteht, wie die obere Hauptmasse der Serra, nur daß diese Sandsteine reichlicher von tonigen Zwischenschichten durchschossen werden, woraus sich ihre größere Schüttigkeit erklärt. Die Unterlage der Serra ist nur auf der Nordseite aufgeschlossen, wo sie im Osten von Sandsteinen, im Westen von schwarzen Schiefern und Diabastuffen des Devon gebildet wird. Auf der Südseite ist sie nirgends offen, sondern es schließt sich hier an die Berglehne unmittelbar eine sandige Alluvialebene an. (Vergl. S. 112 ff.)

Der felsige obere Teil der Serra do Ereré besteht aus teils nur undeutlich gebankten, teils recht gut geschichteten Quarzsandsteinen, die mit geringer Neigung von 10—20° nach Südosten einfallen. Sie sind von stark veränderlicher Beschaffenheit in Bezug auf Korngröße, Gefüge und Zähigkeit. Feinkörnige Abarten von geringer Festigkeit herrschen vor; untergeordnet sind grobkörnige, zuweilen in Konglomerate übergehende Abarten, welche anscheinend nur in unregelmäßigen Lagen den fast schichtungslosen feinkörnigen Sandstein durchschießen, sowie dichte quarzitische Abarten, deren wohlgeschichtete Bänke die Lagerung am klarsten erkennen lassen. Alle Schichten werden reichlich von Quer-

klüften durchsetzt. Die quarzitischen Sandsteine sind in der Regel von dunklerer grauer oder roter Farbe und besitzen ein reichlicheres quarziges Bindemittel als die Hauptmasse des gewöhnlich hellgrauen oder gelblichen Sandsteines, welcher sich eben deshalb durch Verwitterung im Gefüge leicht auflockert, sehr mürbe wird und in Sand zerfällt. Auch die konglomeratartigen Lagen und Massen widerstehen der Zersetzung besser als der Sandstein, wodurch die Entstehung von seltsam gestalteten Felsklippen und pfeiler-, burg- und turmartigen Verwitterungsformen auf den Steilseiten der Serra bedingt wird. Der Charakter dieser Erosionsgebilde erinnert lebhaft an die Felsformen des Quardersandsteines der sächsischen Schweiz. (Abb. 22.) Am Südabfall, in mäßiger Höhe über dem Campo, befindet sich eine bemerkenswerthe Höhle, welche die Indianer Itatupaóka oder Igreja de pedra (beides gleichbedeutend: Steinernes Gotteshaus) nennen. Der Eingang ist etwas verengt und wird durch einen horizontal schwebenden Sandsteinbalken verlegt. Über diesem Haupttor befindet sich wie ein Lichtfenster noch eine kleinere Öffnung. (Abb. 23.) Im Innern erweitert sich die Höhle grottenartig und bildet einen hohen gewölbten Raum von 10 m Breite und 32 m Tiefe. Die mittelkörnigen Sandsteine, in welchen diese Grotte ausgehöhlt ist, sind gut geschichtet und fallen unter 15° nach Südsüdost ein. Sie sind ziemlich mürbe und wasserdurchlässig, während ihre Unterlage stauend wirkt, so daß hier ehemals Quellen



Abb. 22. Erosionsformen des Sandsteines auf dem Gipfel der Serra do Ereré. Links im Vordergrunde geriefte Blöcke aus zusammengestürzten Säulen; rechts merkwürdiger Erosionstisch.

austraten, deren erodierender Tätigkeit die Grotte ihre Entstehung verdankt. Gegenwärtig ist dieselbe allerdings nur wenig feucht und im Sommer ganz trocken. Eine große Menge von Fledermäusen haust darin.

Der Gipfel der Serra ist sehr uneben, zerrissen und übersät mit Blöcken, über welche man nur mit großer Anstrengung hinwegkommen kann. Die Blöcke stammen von eingestürzten Säulen und Klippen



Abb. 23. Eingang in die Itatupaóka-Grotte im paläogenen Sandstein der Serra do Ereré.

her, wie die zuweilen vorhandene, mit der Schichtung nicht übereinstimmende Riefung der Oberfläche beweist, die ursprünglich offenbar vertikal war und Regenfurchen darstellt, welche nun, entsprechend dem Zusammenbruch, in den neben- und übereinander liegenden Blöcken verschieden verlaufen (Abb. 22). Die Schichtung würde durch diese Riefung völlig verwischt werden, wenn nicht der Wechsel von feinen und groben Bestandteilen, insbesondere aber einzelne, das Gestein durchsetzende

konglomeratige Lagen sie kenntlich erhalten würden. In den isolierten Blöcken herrscht grober Sandstein vor, dessen Oberfläche häufig ziemlich tief hämatitisiert ist. Auch Stücke echten Eisensandsteines liegen am Gipfel herum und unreiner Limonit setzt an zwei Stellen in Gangform auf. Ein großer isolierter Sandsteinblock mit glatten Flächen befindet sich auf der Nordkante der Serra oberhalb der steilen Felsabstürze. Er ist namentlich auf der Ostseite mit indianischen Inschriften und Zeichnungen bedeckt und stellt ein Grabdenkmal vor, da in einem Hohlraume unter ihm menschliche Gebeine gefunden wurden. Weiter westlich steht eine Sandsteinsäule, die ähnliche Zeichnungen aufweist. Es scheint, daß hier Indianerhäuptlinge begraben liegen. (Vergl. S. 107.)

Am Westende der Serra herrschen grauweiße und bunte, feinsandige Tone von wechselnder Härte, welche den Sandstein anscheinend unterlagern. Sie sind von zahlreichen Querklüften durchsetzt und erscheinen partienweise in Pfeiler und Nadeln von erstaunlich schlanker Gestalt aufgelöst. Diese Säulen, sowie die Felsen in der Nachbarschaft tragen ebenfalls Malereien und Inschriften, namentlich jeweils auf der Ost- und Westseite und führen verschiedene indianische Namen, was alles vermuten läßt, daß die Serra do Ereré in der Geschichte der Ureinwohner dieses Gebietes keine geringe Rolle gespielt haben mag.

Durch eine mäßige Einsenkung wird von der Serra do Ereré die sich im Westen unmittelbar an sie anschließende und ihre orographische und geologische Fortsetzung bildende, wohl kaum um 30 m niedrigere Serra de Aroxí getrennt. Auch sie besteht in ihrem oberen Teile aus Sandsteinen von ganz derselben Beschaffenheit und derselben gegen Südosten flach geneigten Lagerung, und auch sie besitzt, namentlich auf der Nordseite, dieselben steilen Wände und ähnlichen burg- und turmartigen Felsgebilde wie die Serra do Ereré. Die verhältnismäßig steilen Böschungen des unteren Teiles der Serra de Aroxí sind stark bestockt, insbesondere auf der Südseite mit zahllosen Kaktusstämmen und bieten fast gar keine Aufschlüsse; sie dürften wesentlich aus mit Sandsteinbänken alternierenden sandigen Tonschichten bestehen. Die Unterlage der Serra bildet auf der Ost- und Nordseite Diabas, welcher von ausgedehnten Tuffablagerungen zumeist in der Form von gut geschichteten Schalsteinschiefern begleitet wird, die am Nordwestfuße der Serra mit dünnblättrigen schwarzen Devonschiefern im Verbande stehen.

Im Süden lagert der Serra do Ereré, durch eine etwa 3 km breite, flache, schütter mit Bäumen bewachsene Mulde von ihr getrennt, die Serra de Paitúna vor. Es ist ein der Serra do Ereré ähnlich gestalteter, felsiger Berg, dessen ostwestliche Hauptausdehnung nicht viel länger sein dürfte als die südnördliche Erstreckung. Der Gipfel ist abgeplattet, von Süd nach Nord mäßig gesenkt und fällt nach allen Seiten in steilen felsigen Gehängen ab. Auch die Böschungen des unteren

Teiles der Serra sind steil und steinig. Fast der ganze Berg ist mit Gebüsch und Bäumen bedeckt, darunter auf der Nordseite auch ziemlich viel Palmen.

Der geologische Aufbau der Serra de Paitúna stimmt im wesentlichen mit jenem der Serra do Ereré überein. Die Unterlage der Paläogenschichten ist nirgends entblößt und auch ihre Liegendabteilung selbst bietet nur wenig mangelhafte Aufschlüsse dar. Die Quarzsandsteine der Hangendabteilung stimmen im ganzen petrographisch mit den Ererésandsteinen überein, werden jedoch häufiger dünnschichtig und von tonigen Zwischenschichten durchsetzt. Bankweise sind sie quarzitisch, zäh und hart. In einer von den tonigen Zwischenschichten des groben Sandsteines des oberen Teiles der Serra wurden schon von Hartt's Schülern die oben erwähnten zahlreichen Blattabdrücke gesammelt. Dieselben sind jedoch nicht bestimmt worden und in neuester Zeit wurde die Schicht nicht wieder aufgefunden. Zwei Platten mit Blattfetzen (anscheinend von *Persea* sp.), die ich in Ereré erhielt, sollen in der Nähe des Palmenhaines bei der Quelle Mirityepé auf der Westseite der Serra gefunden worden sein. Ich vermochte mich jedoch leider nicht mehr davon zu überzeugen. Auch auf der Serra de Paitúna weisen namentlich die mürberen Sandsteine verschiedengestaltige Erosionsformen auf, darunter auf der Südseite des Berges einen merkwürdigen Pilzstein, welcher Induá-ména oder Mão de pilão genannt wird.

Eine Talmulde, in welcher sich ein kleiner, vom Campo von Ereré kommender Bach (Igarapé de Maxirá) in südwestlicher Richtung zum Maecurú hinschlängelt, trennt die S. de Aroxí von der nordwestlich von ihr gelegenen Serra de Maxirá. Diese ziemlich umfangreiche Serra besitzt eine dachförmige, nach Nordwesten gestreckte Gestalt, weshalb sie von der Schmalseite (z. B. vom Campo von Ereré, vergl. Abb. 21) gesehen, ein Kegel zu sein scheint. Derby (L. 24) schätzt ihre Höhe auf 210 m. Ihr geologischer Aufbau schließt sich an jenen der Serra de Aroxí an. Auf der Ostseite wird die Unterlage von Diabastuffen und Schalsteinschiefern, zum Teil auch von schwarzen Devonschiefern gebildet. Die Diabastuffe ziehen sich hier jedoch viel höher im Gehänge hinauf und bilden einen unregelmäßigen, im Mittel etwa 60 m hohen, von Ost nach West geneigten Sockel, auf welchem das Paläogen aufruht, dessen Schichten unter mäßigen Winkeln nach Süden einfallen. Es besteht unten aus einer nirgends gut aufgeschlossenen Schichtenfolge von sandigen, grauen Tonen und braun verwitternden schüttigen Sandsteinen, worüber dann in sehr bedeutender Mächtigkeit, die Hauptmasse der Serra bildend, dieselben zumeist grobkörnigen Quarzsandsteine folgen, wie auf Ereré und Aroxí. Auch sie stehen in einzelnen prallen Felswänden an, die Abwitterung ist jedoch bedeutend weiter vorgeschritten und die Pflanzendecke zusammenhängender als auf den beiden früher

genannten Serras. Sehr bemerkenswert ist die Angabe von O. A. Derby (L. 24), daß die Serra de Maxirá den einzigen sicheren Fall darbiete, wo ein 4—5 m mächtiger Trapgang den massigen Sandstein bis hinauf zum Gipfel durchbreche. Ich selbst sah den Gang nicht, hege aber Zweifel, ob dieser „Trap“ mit den sonstigen Eruptivgesteinen des Gebietes von Ereré, welche Hartt und seine Schüler als „Trap“ bezeichnet hatten, identisch sei. Denn diese letzteren haben sich zumeist als Diabas erwiesen, darunter auch Blöcke vom Fuße der Serra de Maxirá, welche Derby mit dem Trapgang in Zusammenhang bringt. Dieser Gang könnte vielleicht einem basaltischen Nachschub der Diabase angehören. Jedenfalls kann er aber nicht vom selben Alter sein, wie jene Diabase, deren Tuffe die zum Paläogen gezählten Sandsteine unterlagern und ohne Zweifel dem Paläozoikum angehören; es wäre denn, daß die Sandsteine selbst altcarbonisch wären. Erwähnt sei noch, daß möglicherweise, wie schon Derby bemerkte, auch der oben angeführte unreine Limonitgang im Sandstein der Serra do Ereré ein zu einer limonitischen Masse aufgelöstes Eruptivgestein sein könnte.

Von der Serra de Maxirá nach Nordnordwest zieht eine Reihe von niedrigen Bergen hin, die zunächst einzeln hintereinander folgend, sich weiter im Norden in ein Kuppenland gruppieren, welches eine eigentümlich gitterartige Gliederung dadurch erhält, daß sich zwischen Hügel, deren Längsachsen mehr minder südnördlich streichen, solche einschieben, deren Längsausdehnung von West nach Ost verläuft, welche Streichungsrichtung im Norden und gegen Osten hin die herrschende wird.

Der erste auf die Serra de Maxirá folgende Berg heißt Serra do Paraiso. Er ist von ungleichmäßig dachförmiger Gestalt, indem das westliche Längsgehänge flach, das östliche aber steil abfällt. Dieses letztere ist auch mit Buschwerk und Bäumen, das erstere aber nur mit Gräsern bewachsen, so daß es eigentlich zum Grascampo der Maecurú-Niederung gehört. Der ziemlich scharfe Grat des Berges wird durch einen tiefen Einschnitt in zwei ungleiche Teile geteilt: Der südliche, die eigentliche Serra do Paraiso, ist ein langer Rücken, der nördliche, ohne bestimmten Namen (er wird bald ebenfalls S. do Paraiso, bald S. Julião oder S. Matarupý genannt), ein abgestutzter Kegel.

Die Entblößungen sind zu ungenügend, um einen verläßlichen Einblick in den geologischen Aufbau der Serra zu erlangen; jedenfalls besteht sie aber nicht hauptsächlich aus Quarzsandstein, sondern aus sandig tonigen Schiefern und eisenschüssigen tonigen Sandsteinen. Dasselbe gilt von einem etwa 1 km weiter nordwestlich über die Ebene aufragenden isolierten kegelförmigen Berge: der eigentlichen Serra de S. Julião.

Nordnordwestlich von ihr folgt die ebenfalls konische, ziemlich hohe Serra de Urucurý und nördlich von dieser gewissermaßen als Vorposten des erwähnten Hügellandes die flache Kuppe der Serra de

Brutin. Auch diese beiden Serras bestehen wesentlich aus tonig schieferigen Schichten, die von einzelnen Sandsteinbänken durchschossen werden und mit geringer Neigung nach Süden einfallen. Am ungezwungensten werden diese Ablagerungen mit dem unteren Teil der Schichtenreihe von Maxirá bezw. Ereré parallelisiert. Sie liegen anscheinend diskordant auf Quarzsandsteinen, welche die allgemeine Unterlage dieses ganzen Gebietes bilden und sich nach Westen bis zum Rio Maecurú verfolgen lassen. Derby (L. 22) war geneigt, diese Sandsteine mit den Massensandsteinen der Serra do Ereré und ihrer Nachbarberge zu identifizieren und demzufolge die ihnen auflagernden tonigen und schieferigen Schichten für jünger anzusehen. Der einzige Grund für diese Annahme beruht in der petrographischen Ähnlichkeit der Sandsteine, die aber keine andere ist, als sie eben zwischen Quarzsandsteinen überhaupt besteht. Eher vermag man auf einen Unterschied hinzuweisen, welcher, abgesehen von dem rascheren schichtweisen Wechsel in der Korngröße, darin beruht, daß die Hangendsandsteine der Serra do Ereré, — auch die sonst gleichmäßig feinkörnigen —, stets einzelne größere Quarzgerölle unregelmäßig eingestreut enthalten, was bei den Liegendsandsteinen der Serra de Urucurý nicht der Fall ist, die auch im unverwitterten Zustande ein älteres Aussehen besitzen. Da sie sich am Maecurú und Curuá an Schichten von sicherem carbonischem Alter anschließen, darf man sie getrost zum Carbon einbeziehen.

Die geologische Beschaffenheit der flachen Hügel östlich von der S. de Brutin ist nicht bekannt; nur der schon näher zur Serra Itauajurý gelegene Kegelberg Santa Helena wurde von H. H. Smith (L. 23) besucht, der seine Höhe mit 85 m über der Kirche von Ereré angibt. (Nach meinen Messungen liegt die Schwelle dieses Kirchleins des h. Antonius 8.5 m über dem Niveau des Paraná mirim von Monte Alegre, oder etwa 23 m über dem Meere; die absolute Höhe des Pico de S. Helena wäre demnach 108 m.) Er fand ihn ganz aus devonischen Schichten aufgebaut, so daß diese Serra gewissermaßen den Gipfelpunkt der bloßgelegten paläozoischen Unterlage des Paläogens von Monte Alegre vorstellt.

Die etwas westlicher gelegene niedrigere S. de Santa Maria ist ebenfalls von kegelförmiger Gestalt und gehört offenbar auch dem von Diabasen durchbrochenen Paläozoikum an. Hingegen scheint die Reihe der nördlich von diesen Kegeln hinziehenden, ostwestlich gestreckten Hügel ihrem Verbande mit der Serra de Maracá nach zu urteilen, aus paläogenen Schichten aufgebaut zu sein. Alle diese Hügel sind dicht bewaldet.

Die Serra de Maracá ist ein nördlicher Vorkamm der nach Norden verhältnismäßig flach, nach Süden aber äußerst steil abfallenden Serra Itauajurý, welche als mächtiger, ostwestlich streichender

Bergwall die Ebene von Ereré im Norden abschließt. (Abb. 24.) Diese Hauptserra des Bergkranzes von Monte Alegre ist zugleich die höchste Erhebung des Amazonastieflandes (346 m).

Ihr steiles Südgehänge ist felsig und wild durchfurcht, voll Abstürze und Schluchten, die jedoch durch die Urwalddecke verkleidet sind. Der ziemlich breite Rücken, dessen wohl 5 km lange Haupterstreckung von Westnordwest nach Ostsüdost gerichtet ist, wird von fünf kuppenförmigen Gipfeln überragt, von welchen der westlichste der höchste ist. Sie sind nur mit Gras und Gestrüpp bestockt und werden teilweise von Felsblöcken bedeckt. Dasselbe gilt fast vom gesamten Nordgehänge, welches nicht viel steiler ist als das Einfallen der Schichten (15—20°). Seine Fläche wird von mehreren breiten Erosionsfurchen unterbrochen, welche sich teilweise bis zum Grat heraufziehen und nach oben zirkus-



Abb. 24. Die Serra Itauajurý von Süden.

artig abschließen. Je weiter herab, desto reichlicher wird die Baumbestockung, ohne indessen den allgemeinen Campocharakter dieses Gehänges völlig aufzuheben. Erst am Fuße des Lehne in der Senke, welche die Serra Itauajurý von der ihr im Norden vorgelagerten und mit ihr parallel verlaufenden Serra de Maracá scheidet, wird der Wald hoch und dicht und auch die letztere wohl kaum 100 m hohe Serra ist ganz bewaldet. Von ihr nordwärts erstreckt sich, soweit das Auge reicht, ein nur von einzelnen Waldinseln unterbrochenes Grascampo.

Der geologische Aufbau der Serra Itauajurý erscheint dadurch etwas komplizierter als bei den übrigen Serras des Bergkranzes, daß die paläozoische Unterlage des Paläogens unregelmäßiger gestaltet ist und auf der Südseite bedeutend höher hinaufreicht als bei diesen letzteren und daß demzufolge die tonig schieferige untere Abteilung des Paläogens im Massiv der Serra bei weitem mehr zur Geltung kommt als bei den übrigen Einzelbergen.

Die Unterlage der Paläogendecke der Serra Itauajurý besteht im Osten hauptsächlich aus devonischen Tuffsandsteinen mit einzelnen Schollen von Carbonkalken, im Süden zumeist aus devonischen Schiefern und ihnen aufgelagerten carbonischen Quarzsandsteinen, im Westen wesentlich aus Diabastuffen. Dieses Grundgebirge mag, seiner verschiedenen petrographischen Zusammensetzung entsprechend, schon von Haus aus sehr ungleichmäßig abradiert gewesen sein, ehe darauf die Ablagerung des Paläogens erfolgte und später unterlag es samt dem letzteren Störungen, welche die nach Nordnordosten geneigte Lagerung aller Schichten bewirkten. Daher ist das Grundgebirge nur auf der Südseite und teilweise auch auf der Ost- und Westflanke der Serra entblößt, im Norden aber vom Paläogen völlig verdeckt. Durch die mit Diabaseruptionen und Schollenverschiebungen verbundenen jüngeren Radialbrüche wurde schließlich bewirkt, daß in verschiedenen Teilen der Serra der Grundgebirgssockel verschieden hoch gehoben erscheint, wodurch der scheinbar rasche Wechsel der Schichtenfolge und der Mächtigkeitsentfaltung der einzelnen Stufen im Südgehänge der Serra erklärlich wird. Im allgemeinen reicht das Grundgebirge am Westende der Serra höher hinauf als am Ostende, weshalb denn auch auf der Westseite die tiefsten Glieder des Paläogens in Höhen bis nahe unter dem Kamme der Serra angetroffen werden, wo auf der Ostseite nur die hangenden Massensandsteine entwickelt sind.

Das Paläogen beginnt in der Serra Itauajurý, wie überall in diesem Gebiete, zu unterst mit einer Wechselfolge von im frischen Zustande blaugrauen, verwittert schmutzigweißen, bräunlichen, rotgefleckten oder gebänderten, mehr minder sandigen, kurzbrüchigen und daher schlecht spaltbaren Schiefertonen und zumeist groben, eisenschüssigen, tonigen Sandsteinen. Die Sandsteine werden stellenweise konglomeratartig, stellenweise wieder feinkörnig bis fast quarzitisch und scheinen nur lentikuläre Einlagerungen zu bilden, jedoch ist diese Deutung der zahlreichen Störungen und der mangelhaften Aufschlüsse wegen nicht sicher. Die Mächtigkeit dieser Schichtenstufe kann auf 100 m geschätzt werden und da ihre Grundgebirgsunterlage auf 30—80 m im Gehänge heraufreicht, trifft man sie etwa in der halben Höhe des Südabfalles der Serra ziemlich überall an. Die Grenze gegen das Paläozoikum ist nirgends deutlich offen; es scheint, daß sie wenigstens den Carbonsandsteinen gegenüber durch eine hier und da bemerkbare, 10—20 m starke, schalig-konkretionäre Limonitausscheidung gekennzeichnet wird. (Abb. 25.)

Nach aufwärts folgt über dieser Stufe eine etwa 10 m mächtige Sandsteinmasse, die nur undeutlich gebankt und stark zerklüftet ist. Der Quarzsandstein ist von sehr ungleichem, häufiger grobem als feinem, stets rasch wechselndem Korn und erhält dadurch, daß er nur schlierenweise reichliches quarziges Bindemittel besitzt, während die Zwischen-

partien mit spärlichem, tonigem Zement durch Zersetzung leicht mürbe werden und sich aushöhlen, auf angewitterten Flächen ein eigentümlich schrattenartiges Aussehen. Eine charakteristische Eigenheit sind die einzeln in der Sandsteinmasse eingeschlossenen großen Quarzgerölle. Das Gestein ist im frischen Anbruch von gelblich-weißer Farbe, hier und da rötlich gestriemt; die verwitterte Oberfläche ist häufig rot gefärbt.

Über diesem Sandstein liegt eine etwa 40 m mächtige Schichtenreihe, bestehend vornehmlich aus Schiefertonen mit untergeordneten Einlagerungen eines tonigen Sandsteines. Die Schiefertone sind zumeist mehr verhärtet und am frischen Anbruch von dunklerer Farbe als in der liegendsten Schichtenabteilung, sonst aber diesen ähnlich. Durch Verwitterung werden sie oft fast ganz weiß. Manche Bänke sind sehr sandig, ihre Zwischenschichten häufig blättrig-tonig und eisenkiesreich, frisch bräunlich schwarz, verwittert rot. Hier und da treten Lagen eines etwas hämatitischen und daher rötlichen, feinkörnigen, quarzigen

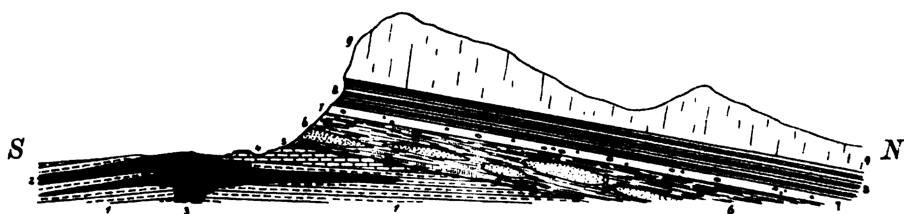


Abb. 25. Profil durch die Serra Itauajurý und die Serra de Maracá.
1, 2 Devon. 3 Diabas. 4 Carbon. 5—9 Paläogen u. zw.: 5 Limonitische Grenzschicht; 6 Schieferton mit Sandstein- und Konglomeratlinsen; 7 Sandstein; 8 Schieferton mit Sandsteinlagen; 9 Quarzsandstein.

Sandsteinschiefers auf, dessen Schichtenflächen mit Druckwülsten bedeckt zu sein pflegen, worauf sich wohl Hartts Angabe, daß hier Fucoiden vorkämen (L. 10), beziehen dürfte.

Den Abschluß der paläogenen Schichtenreihe nach oben bildet derselbe Quarzsandstein wie auf den Serras bei Ereré. Es ist eine 80 bis über 100 m mächtige Sandsteinmasse, welche nicht nur den breiten Rücken und alle Hochgipfel, sondern anscheinend auch die ganze Nordabdachung der Serra Itauajurý, sowie die Serra de Maracá und die sich im Westen an sie anschließende Reihe niedriger Serras zusammensetzt. (Abb. 24.) Die Sandsteine erscheinen zum großen Teile gut geschichtet, was hauptsächlich dem Wechsel von derben Bänken zähen Gesteines mit quarzigem Bindemittel, mit mürberen Schichten mit tonigem Zement zuzuschreiben ist. Grob- und mittelkörnige Abarten mit Quarzkörnern von Erbsen-, bis herab zur Hirsengröße herrschen vor, feinkörnige quarzitische Abarten sind selten. Am Südabfall der Serra bilden die Sandsteine mehrfach steile Abstürze und über den sie unterlagernden tonigen

Schichten überhängende Felsmassen und grottenähnliche Erosionsnischen, von welchen tiefeingerissene Schluchten auszulaufen pflegen. Auch der Querzerklüftung des Gesteines entsprechende Steilabstürze sind namentlich auf den einzelnen Hochgipfeln entwickelt, jedoch nirgends so seltsame burg- und pfeilerförmige Erosionsgebilde wie auf der Serra do Ereré. Der Hochrücken und besonders der ganze obere Teil des nördlichen flachen Gehänges der Serra Itauajurý ist mit großen Blöcken besät, deren obere Fläche karrenartig zerwühlt zu sein pflegt, während die Seitenwände nebst einer parallelen, der Schichtung des Sandsteines entsprechenden Furchung häufig merkwürdig schalig-plattige Abwitterungen aufweisen, welche an den Wänden wie Deckel haften. Die Entstehung derselben ist dadurch zu erklären, daß durch Infiltration von Eisensalzen bezw. durch Hämatitisierung des tonigen Bindemittels eine Verhärtung

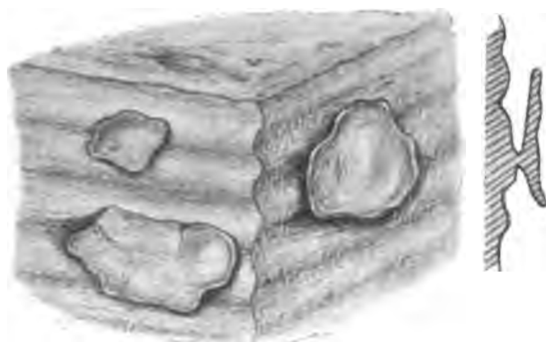


Abb. 26. Eigentümliche wellige und deckelförmige Abwitterung am Sandstein der Serra Itauajurý.
(Rechts Querschnitt, den Zusammenhang des Deckels mit der Gesteinswand zeigend.)

der Oberflächenschicht des Gesteines bewirkt wird, welche dann der mechanischen Abwitterung besser zu widerstehen vermag, als die darunter folgende frische Sandsteinschicht. Sobald sich einmal in dieser letzteren eine Schrämmfurche zu bilden begonnen hat, ist es nur eine Frage der Zeit, bis sich die feste Oberflächenplatte von ihrer Unterlage deckelförmig mehr oder minder vollständig abtrennt. (Abb. 26.)

Alle Schichten des Itauajurý-Paläogens fallen gleichmäßig unter 10 bis 20° nach Nordost (2—4^h) ein, es ist aber nach der übereinstimmenden Entwicklung mit derselben Gesteinsreihe der Serras bei Ereré kein Zweifel darüber möglich, daß diese einseitig geneigte Schichtenfolge nur den Rest einer ausgedehnten Auffaltung der ursprünglich über dem Paläozoikum im Zusammenhang gewesenen Paläogendecke vorstellt.

Den niedrigen Hügeln, welche sich im Osten an die Serra Itauajurý anreihen und in einem fast nordsüdlichen Zuge zum Amazonas streichen, solcherweise den Bergkranz von Monte Alegre im Osten schließend, fehlt

die obere Abteilung des Paläogens — nämlich der Hangendsandstein — anscheinend ganz.

Die nördlichste dieser Anhöhen, östlich von der Talfurche des Jacarébaches und parallel zu dieser von Nord nach Süd verlaufend, ist niedrig und flach und so völlig verwachsen, daß über ihren Bau Klarheit nicht zu erlangen ist. Im Walde trifft man zwar auch große Sandsteinblöcke an, jedoch scheint die Anhöhe, die zuweilen Serra do Jacaré genannt wird, selbst nur aus schieferigen, sandig tonigen Schichten zu bestehen.

Auch die südlicher folgenden sogenannten Serras, die eigentlich nur flache Terrainwellen vorstellen und von welchen die am höchsten aufragenden Camará, Susuá und Airý genannt werden, sind zumeist mit Gestrüpp bedeckt. Die Serra Airý bietet nahe am Gipfel auf ihrer Westseite einige Aufschlüsse, die zeigen, daß sie aus mäßig nach Süden geneigten tonigen Sandsteinen, welche mit graublauen sandigen Schiefertonen wechsellagern, besteht. Petrographisch ist die Übereinstimmung mit der sonstigen Entwicklung der unteren Abteilung des Paläogen im Gebiete von Ereré allerdings nicht groß, aber auch mit den neogenen kaolinischen Sandsteinen von Monte Alegre besteht keine besondere Ähnlichkeit, so daß die Einbeziehung der Schichten von Airý in das Paläogen und ihre Parallelisierung mit der unteren Abteilung desselben noch immer am wahrscheinlichsten ist.

Gehört aber Airý zum Paläogen, dann gilt dies auch von den nördlicheren Hügeln bei Jacaré. Derby (L. 25) erwähnt von der Serra Susuá, er hätte dort Bruchstücke eines hellgrauen dichten Schiefers mit Eisenflecken auf den Spaltflächen gefunden und betont die Ähnlichkeit dieses Schiefers mit manchen Airýgesteinen, offenbar den sandigen Schiefertonen. Sonst ist über diese Hügel nichts weiter bekannt.

Ebenso wissen wir zur Zeit nichts halbwegs Sicheres über die Verbreitung und Entwicklung des Paläogen im unteren Amazonasgebiete außerhalb des Bergkranzes von Monte Alegre. O. A. Derby (L. 28) hat allerdings mit den Quarzsandsteinen der Serra do Ereré die Sandsteine der Serra do Curumú im Trombetasgebiete parallelisiert und die Vermutung ausgesprochen, daß auch die Serras auf der Westseite des Trombetas, hauptsächlich die Serra do Sapucuá, deren östlichen Ausläufer er als S. de Cunarý anführt, derselben (von ihm zur Kreide gestellten) Schichtenreihe angehören könnten. Auch die nach Nordosten flach geneigten, eigentümlichen, groben, zahlreiche Gerölle von rotem oder gelbem Schiefer und von Quarz enthaltenden Sandsteine mit reichlichem tonigem Bindemittel von der Uferstrecke des Stromes vom Caxirý-Bache und vom Lago Iripixí aufwärts bis in die Nähe des Lago do Arapecú hat er hierher einbezogen. Seit Derby hat kein Geologe dieses Gebiet untersucht.

Im Norden von Obidos erstreckt sich jenseits der in der Nähe der Stadt befindlichen kleinen Campos ein zusammenhängendes Urwaldgebiet, in welchem man, wo immer sich ein Aufschluß befindet, nur hocheisenschüssige Sandsteine und Konglomerate antrifft, die petrographisch mit dem im Quartär so verbreiteten Eisensandstein (Parástein) identisch sind. Auch die Serra do Amigo Paulo ist gänzlich bewachsen und bietet der Beobachtung nirgends eine etwas vollständigere offene Schichtenreihe dar. An vereinzelten Entblößungen erkennt man aber doch, daß auch sie aus einer Wechselfolge von Konglomeraten und Sandsteinen mit hämatitischem Bindemittel besteht, derart, daß der untere Teil bis etwas über die halbe Höhe aus mit groben Sandsteinen alternierenden Konglomeraten, der Gipfel aber aus tonigem Sandstein, durchsetzt von sandigen schieferigen Tonen und zu oberst aus einer Konglomeratbank besteht. Ich glaube, alle diese Schichten, welche ganz flach nach Südost einfallen und welche ich im Gebiete selbst eingestandenermaßen am liebsten als Perm angesprochen hätte, zum Neogen stellen zu dürfen, weil sie von dem Paläogen der Serra do Curumú und der Umgebung des Lago Iripixí anscheinend unterteuft werden. Wenn auf der Nordseite des Neogenzuges der Serra do Amigo Paulo ebenfalls Reste des Paläogen entwickelt sein sollten, müßten sie im Urwaldgebiete nördlich von dieser Serra angetroffen werden, wo sie dann allenfalls Carbongebilde überlagern würden. Denn vom Nordufer des Lago grande do Salgado sowohl als vom Inundations-Hochcampo im Quellgebiete des Rio Branco (nordöstlich von Obidos) erhielt ich Proben von Kieselhornsteinen und kacholongartigen Umwandlungsprodukten, die fast mit Sicherheit obercarbonischen Kalken entstammen.

Überhaupt ist anzunehmen, daß ähnlich wie in der nördlichen Uferzone auch tiefer landeinwärts im Norden und Süden vom Amazonas dem von uns zum Paläogen gestellten Schichtenkomplex entsprechende Ablagerungen in der Umrandung des jüngeren Tertiär entwickelt und wenigstens in einzelnen Resten erhalten sind, wie es die Karte andeutungsweise zu veranschaulichen sucht.

Mesozoische Gruppe.

Kreidesystem.

Die jüngsten Ablagerungen marinen Ursprunges, welche bisher aus dem unteren Amazonasgebiete bekannt wurden, gehören diesem Systeme an. Bei sehr geringer horizontaler Verbreitung besitzen sie auch nur einen äußerst bescheidenen vertikalen Umfang, was allerdings wesentlich dem Umstande zuzuschreiben ist, daß man sie bisher nur vom Strande des Atlantischen Ozeans kennt, aus welchem sie auch bei Ebbe bloß

wenige Meter aufragen. Obwohl sie sehr reich an Fossilien sind, kann sich aus dem Grunde, weil die Fauna durchwegs aus neuen Arten besteht, von welchen nur einige wenige auch in anderen Kreideablagerungen Südamerikas vorkommen, eine Parallelisierung mit bestimmten Stockwerken oder Stufen des Kreidesystemes nur auf verwandte und analoge Formen stützen. Die mancherlei tertiären Anklänge der Fauna nötigen dazu, die Schichten, wenn sie schon nach Ch. A. Whites Vorgang (L. 42) als Kreide gelten gelassen werden, jedenfalls der obersten Abteilung des Systemes einzureihen.

Senon.

Die hierher zu zählenden Ablagerungen bilden nach Angabe ihres ersten Entdeckers, D. Ferreira Penna (L. 35), nur einen ganz



Abb. 27. Kreidefelsen im Meeresniveau an der Ponta das Pirábas.
Die Steilwand im Hintergrunde besteht aus Quartärschichten.

Erklärung der Versteinerungs-Tafel I auf S. 133:

1 (28) *Pteria linguiformis* Evans u. Shumard (?). Rechte Klappe. — 2 *Gervillia dissita* White. Abdruck der rechten Klappe. — 3 *Ostrea distans* White. — 4a, b *Arca paraensis* White. 4a Innenabdruck der rechten Klappe; 4b Schalenabdruck, um die Skulptur zu zeigen. (Etwas verschoben gestellt.) — 5 *Barbatia disclusa* White. — 6 *Axinaea bineminis* White. Rechte Schale. — 7 *Axinaea pirabasensis* White. Innerer Schalenabdruck. — 8 *Cardita morganiana* Rathbun. Mittelgroßes Exemplar. Vergl. Taf. II, Abb. 18. — 9 *Cardita wilmotii* Rathbun. Fast vollständige rechte Klappe. — 10 *Cardium ? perumbonatum* White. Innerer Schalenabdruck vergrößert. — 11a, b *Cardium (Fragum) proavitum* White. 11a Rechte Klappe, 11b Abdruck mit Schalenskulptur, beide vergrößert. — 12 *Venus (Chione) paraensis* White. Von oben. — 13a, b *Tellina pernambucensis* Rathbun. 13b Schloßrandansicht. — 14a, b (41) *Corbula arrecta* White. 14b Schloßseite; vergrößert.

Alle Abbildungen nach Ch. A. White, und zwar wo nicht anders angegeben in natürlicher Größe.

Versteinerungs-Tafel I.

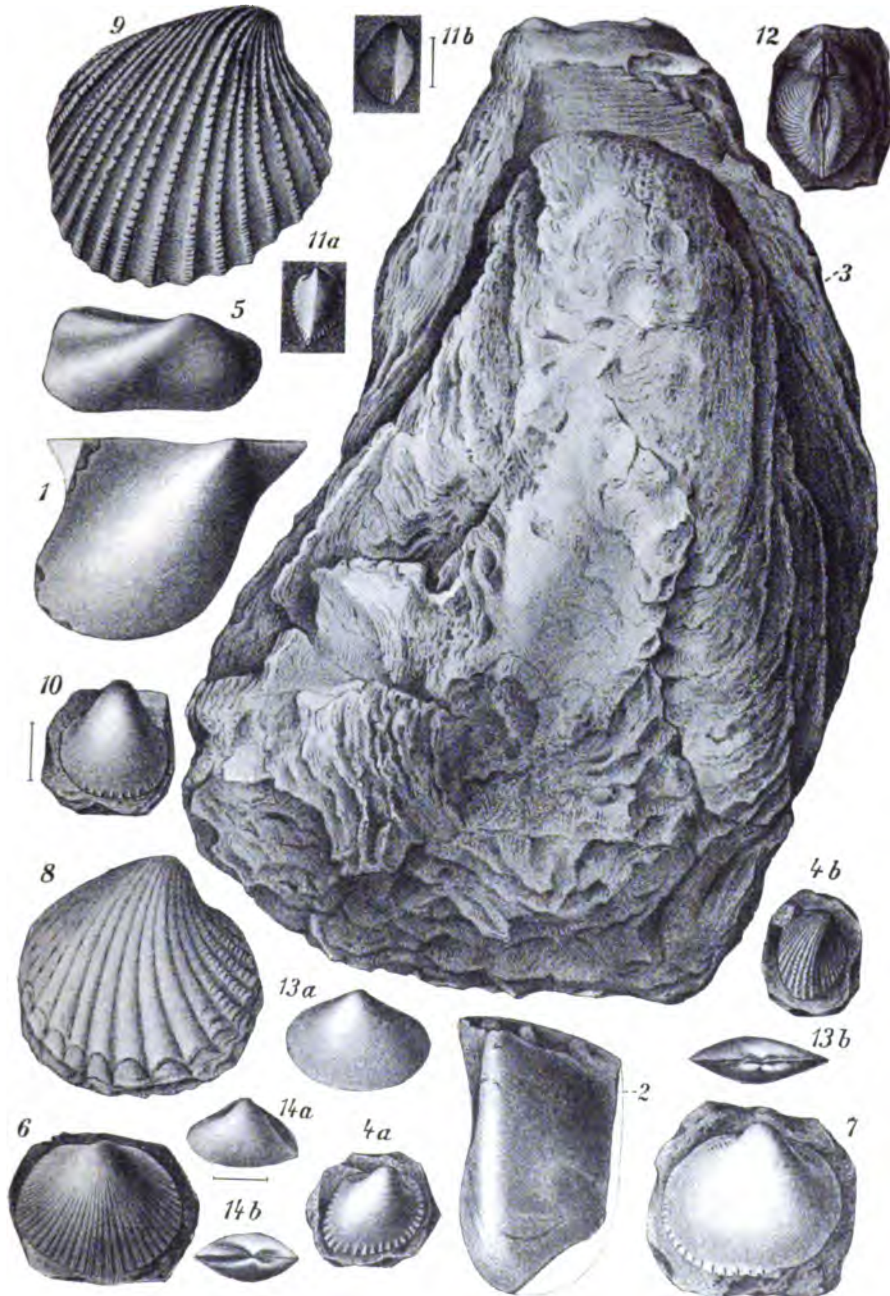


Abb. 28 (1) bis 41 (14): Lamellibranchiaten des marinen Senon im unteren Amazonasgebiete.
(Erklärung auf S. 132.)

schmalen Saum an der atlantischen Küste von Pará zwischen dem Leuchtturm von Salinas und der Bocca das Pirábas. Ob sie auch weiter östlich am zerrissenen Gestade gegen den Gurupý hin wenigstens schollenweise erhalten sind, ist zwar wahrscheinlich, aber bisher nicht erwiesen.

Es sind grob gebankte, fast horizontal gelagerte Kalksteine, welche gewöhnlich nur 1—2 m über dem Meeresspiegel anstehen, bei Flut aber zum größten Teil unter dem Wasser verschwinden. Sie bilden eine schmale, sandbedeckte Strandebene, welche landeinwärts von einer 6—8 m hohen Steilwand begrenzt wird, die aus quartären Anschwemmungen besteht, und zwar nach v. Kraatz-Koschlaus Angabe (L. 70) von unten nach aufwärts aus 2.5 m weißem und gelbem Ton mit roten Toneisensteinnieren, 20 cm Eisensandstein, 1 m gelbem Sand, 15 cm Eisensandstein und 3 m gelbem lehmigem Sand, der an der Oberfläche etwas humös ist. (Abb. 27.)

Die mehr minder mergeligen, dichten oder feinkörnigen, etwas eisenschüssigen, gelblichen Kreidekalksteine sind lagenweise gespickt voll Versteinerungen, leider zumeist Steinkernen, deren Fülle eine so reichliche ist, daß wenige, seinerzeit von D. Ferreira Penna vom Pirábas mitgebrachte Blöcke des Gesteines die Gesamtzahl der von dort dermalen beschriebenen 56 fossilen Arten ergeben haben. Es sind nur Gastropoden, Lamellibranchiaten und Bryozoën. Eine neue, vom Museu Paraense am Pirábas veranstaltete Aufsammlung lieferte auch noch Korallen und Echiniden, sowie wahrscheinliche Saurierreste (Rippen und Wirbel), deren nähere Bestimmung zur Zeit noch aussteht. (Vergl. S. 29, sowie L. 70.)

Erklärung der Versteinerungs-Tafel II auf S. 135:

15a, b (42) *Spondylus pinguisculus* White. 15a Innerer Klappenabdruck; 15b dasselbe Exemplar von der Seite. — 16 *Arca textilicostata* White. Rechte Klappe. — 17 *Chama pannicularia* White. Abdruck des Innern der rechten Klappe. — 18a, b *Cardita morganiana* Rathbun. 18a Schalenexemplar von der Seite; 18b Steinkern von vorne. Vergl. Taf. I, Abb. 8. — 19 *Astarte agraria* White. Schalenexemplar der rechten Klappe. — 20 *Lucina tenella* Rathbun. Rechte Klappe. — 21 *Cardium paraense* White. Innerer Abdruck der rechten Klappe. — 22 *Cardium (Nemocardium) indistinctum* White. Abdruck der linken Klappe. — 23a, b *Callista megrathiana* Rathbun. 23a Linke Klappe; 23b Schloßrandansicht. — 24 *Callista obscurata* White. Linke Klappe. — 25 *Dosinia brasiliensis* White. Linke Klappe. — 26 *Tellina paraensis* White. Linke Klappe. — 27 *Cultellus paraensis* White. — 28 *Corbula ? chordata* White. Schalenexemplar der rechten Klappe. — 29a, b, c (56) *Lunulites pileolus* White. 29a Seitenansicht des Stockes; 29b Fragment der zelligen Oberfläche in natürlicher Größe; 29c eine Partie davon vergrößert.

Alle Abbildungen, außer der letzten, in natürlicher Größe, durchwegs nach Ch. A. White.

Versteinerungs-Tafel II.

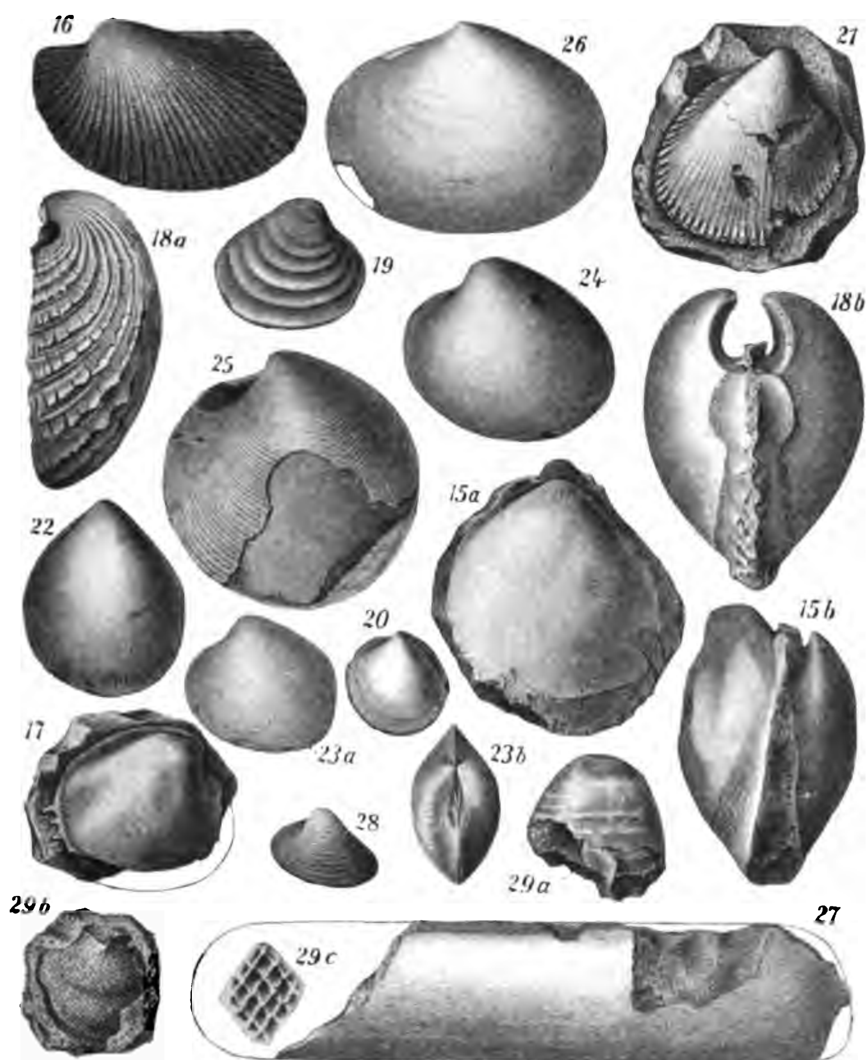


Abb. 42 (15) bis 56 (29): Lamellibranchiaten und Bryozoën des marinen Senon im unteren Amazonasgebiete.

(Erklärung auf S. 134.)

Die von Ch. A. White beschriebenen Arten sind die folgenden*):

Molluscoidea:

Bryozoa:

Lunulites pileolus White (Taf. II, Abb. 29 a, b, c).

Mollusca:

Lamellibranchiata:

† *Pteria linguiformis* Evans u. Shumard? (Taf. I, Abb. 1).
Gervillia dissita White (Taf. I, Abb. 2).
Spondylus pinguisculus White (Taf. II, Abb. 15 a, b).
Ostraea distans White (Taf. I, Abb. 3).
Arca textilicostata White (Taf. II, Abb. 16).
A. paraensis White (Taf. I, Abb. 4 a, b).
† *Barbatia disclusa* White (Taf. I, Abb. 5).
† *Axinaea bineminis* White (Taf. I, Abb. 6).
Ax. pirabasensis White (Taf. I, Abb. 7).
Chama pannicularia White (Taf. II, Abb. 17).
* *Cardita morganiana* Rathbun (Taf. I, Abb. 8 und Taf. II, Abb. 18 a, b).
* *C. wilmotii* Rathbun (Taf. I, Abb. 9).
* *Astarte agraria* White (Taf. II, Abb. 19).
* *Lucina tenella* Rathbun (Taf. II, Abb. 20).
Cardium paraense White (Taf. II, Abb. 21).
C. ? perumbonatum White (Taf. I, Abb. 10).

*) Die mit einem Sternchen bezeichneten Arten kommen auch bei Maria Farinha im Staate Pernambuco, die mit einem Kreuzchen versehenen an verschiedenen Fundorten des Staates Sergipe vor. — *Dosinia brasiliensis* White ist neuestens auch bei Roca (Westargentinien) gefunden worden (C. Burckhardt: Revista del Museo de la Plata, X, 1901, p. 207).

Erklärung der Versteinerungs-Tafel III auf S. 137:

1 (57) *Fissurella immortalis* White, von oben. — 2 *Trochus cirrus* White. — 3 *Trochus retectus* White. — 4 a, b *Phorus brasiliensis* White. 4 a von oben; 4 b von der Seite. — 5 *Solarium intraornatum* White. Schalenstück von oben. — 6 a, b *Calyptraea fausta* White. 6 a Steinkern von oben; 6 b von der Seite. — 7 a, b *Calyptraea nidulifera* White. — 8 *Natica ? eurydice* White. — 9 *Lunatia lunula* White. — 10 *Neverita modica* White. — 11 a, b *Cypraeactaeon pennae* White. — 12 a, b *Ficus ? paraensis* White. 12 a von der Seite; 12 b von oben. — 13 *Murex sutilis* White. — 14 *Fusus doris* White. — 15 *Fasciolaria (Piestochilus) senecta* White. — 16 *Ancillaria ? mutilu* White. — 17 *Cancellaria callypso* White. Steinkern. — 18 *Conus conditorius* White. Bruchstück des Steinkernes. — 19 *Conus (Conorbis) restitutus* White. — 20 *Cylindritella truncata* White. Etwas vergrößert. — 21 *Cylindritella acuta* White. — 22 (78) *Cylindritella multiplicata* White. Etwas vergrößert.

Alle Abbildungen, wenn nicht anders angegeben, in natürlicher Größe, durchwegs nach Ch. A. White.

Versteinerungs-Tafel III.

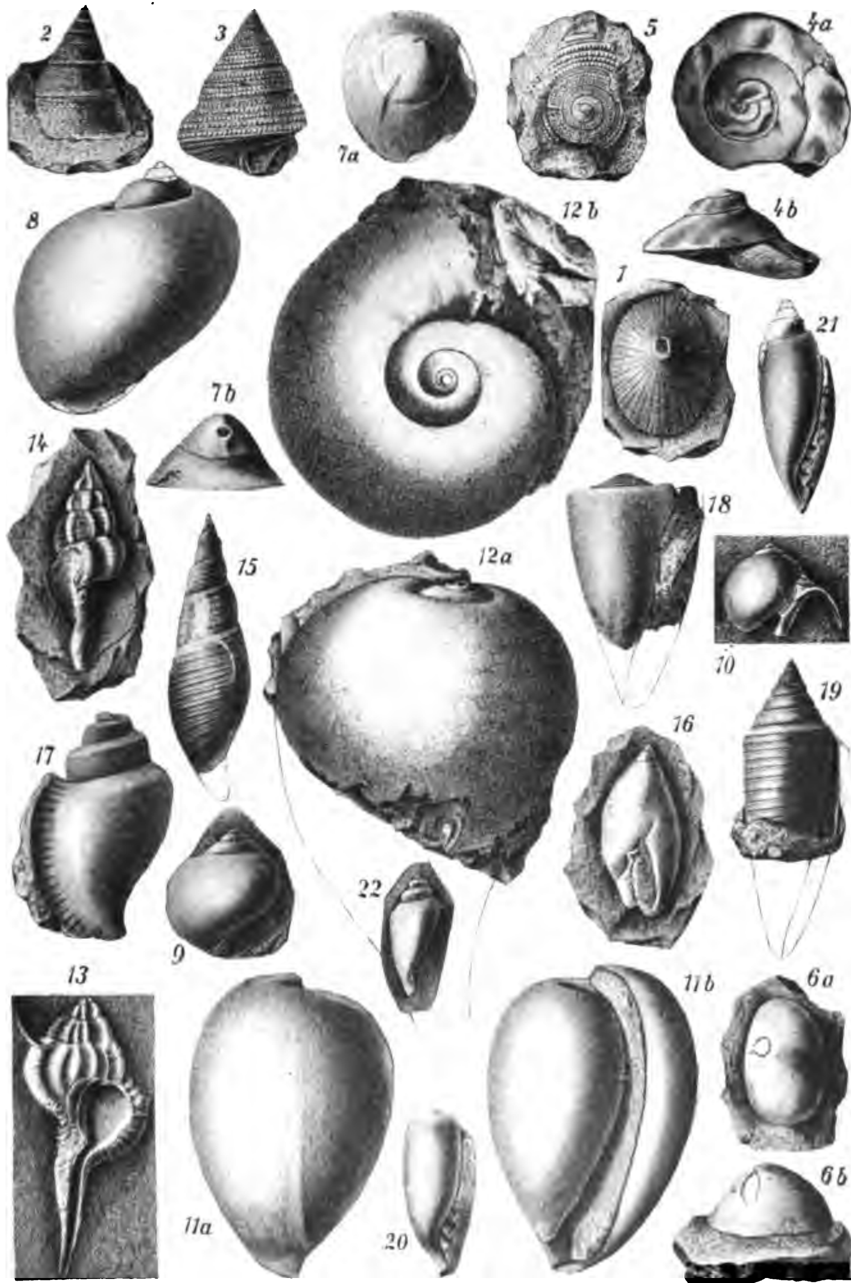


Abb. 57 (1) bis 78 (22): Gastropoden des marinen Senon im unteren Amazonasgebiete. (Erklärung auf S. 136.)

Cardium (Nemocardium) indistinctum White (Taf. II, Abb. 22).
C. (Fragum) proavitum White (Taf. I, Abb. 11 a, b).
Venus (Chione) paraensis White (Taf. I, Abb. 12).
* *Callista megrathiana* Rathbun (Taf. II, Abb. 23 a, b).
† *C. obscurata* White (Taf. II, Abb. 24).
† *Dosinia brasiliensis* White (Taf. II, Abb. 25).
*† *Tellina pernambucensis* Rathbun (Taf. I, Abb. 13, a, b).
† *T. paraensis* White (Taf. II, Abb. 26).
T. ? sp. ?
Cultellus paraensis White (Taf. II, Abb. 27).
* *Corbula arrecta* White (Taf. I, Abb. 14 a, b).
*† *C. ? chordata* White (Taf. II, Abb. 28).

Gastropoda:

Fissurella immortalis White (Taf. III, Abb. 1).
Trochus cirrus White (2)*).
Tr. retectus White (3).
* *Phorus brasiliensis* White (4 a, b).
Solarium intraornatum White (5).
Calyptraea fausta White (6 a, b).
C. nidulifera White (7 a, b).
Natica ? eurydice White (8).
* *Lunatia lunula* White (9).
Neverita modica White (10).
Cerithium sp. ?
Cypraeactaeon pennae White (11 a, b).
Ficus ? paraensis White (12 a, b).
Murex sutilis White (13).
* *Fusus doris* White (14).
Fasciolaria (Piestochilus) senecta White (15).
* *F. ? acutispira* White.
Ancillaria ? mutila White (16).
Cancellaria callypso White (17).
Conus conditorius White (18).
Conus sp.
Conus (Conorbis) restitutus White (19).
Cylindritella truncata White (20).
C. acuta White (21).
C. multiplicata White (22).
C. crassiplicata White.
Actaeonina sp.

---

*) Die den Gastropodenarten in Klammern beigefügten Zahlen beziehen sich durchwegs auf die Abbildungen auf der Versteinerungs-Tafel III.

Wie schon oben bemerkt wurde, besitzt diese Fauna, welche den Fossilienreichtum des Pirábasgebietes keineswegs erschöpft, einen tertiären Anstrich, welcher namentlich bewirkt wird durch das Vorkommen der Gastropoden-Gattungen *Calyptraea* und *Conorbis* und der Arten *Phorus brasiliensis*, *Murex sutilis* und *Cancellaria callypso*; sowie der Lamellibranchiaten-Gattung *Cultellus*, der großen *Ostraca distans*, der *Pectunculus*-Arten *(Axinaea)*, der *Chama pannicularia* u. a.

Älteres Mesozoikum

soll nach der bisherigen Auffassung verschiedener Autoren von der Hochebene von Matto Grosso und Goyaz zwischen den Flüssen Tapajós, Xingú und Araguaya-Tocantins, sowie aus Maranhão zwischen dem Tocantins und Gurupý von Süden her in das untere Amazonasgebiet eingreifen. Das Plateau in den Grenzdistrikten von Pará gegenüber den genannten Nachbarstaaten wird geschildert als aufgebaut aus von tonigen Zwischenschichten durchschossenen roten Sandsteinen, welche der mittleren und älteren Kreide, teilweise vielleicht auch noch der Trias angehören sollen.

Diese Darstellung, soweit sie sich auf das Territorium von Pará bezieht, beruht jedoch ganz und gar auf Hypothesen, weil die betreffenden Landstrecken so gut wie vollkommen unbekannt sind. Übrigens liegen auch für die Altersdeutung der bezüglichen Schichtenkomplexe in den südlichen Nachbarstaaten keine zureichenden Anhalte vor. Es werden dort zwar die fraglichen Ablagerungen stellenweise von sicheren devonischen Schichten, wie es scheint, diskordant unterlagert, aber die obere Altersgrenze ist völlig ungewiß. Wenn man die Verhältnisse am Tapajós zum Ausgang nimmt, dann wird es nicht unwahrscheinlich, daß ein Teil der hocheisenschüssigen roten Sandsteine eher dem Perm als dem Mesozoikum angehören könnte. Dieser Auffassung wurde auch in unserer Karte Rechnung getragen.

Paläozoische Gruppe.

Das Carbonsystem

besitzt im unteren Amazonasgebiete sowohl im Süden als im Norden des Stromes große Verbreitung. Alle Ablagerungen, welche mit Sicherheit als hierher gehörig bestimmt werden können, sind marinen Ursprunges. Das Auftreten von Süßwasserbildungen ist zwar nicht völlig ausgeschlossen, jedoch bis jetzt nirgends nachgewiesen. Die marinen Ablagerungen gehören, soweit sie Fossilien führen, durchwegs dem obersten Carbon (bezw. Permocarbon auct.) an, stratigraphische Gründe sprechen jedoch

für das Vorhandensein auch tieferer Horizonte. Eine Vertretung des Perm ist wahrscheinlich, aber noch nicht vollkommen gesichert.

Perm.

Es ist oben (S. 85, 102, 131, 139) mehrmals darauf hingewiesen worden, daß gewisse Ablagerungen des unteren Amazonasgebietes dem Perm angehören könnten. Diese Altersdeutung, welche sich bei den Forschungsreisen gewissermaßen von selbst aufdrängt, vermag sich jedoch dermalen noch nicht auf sichere Beweise zu stützen. Was dafür spricht, ist hauptsächlich der petrographische Charakter der betreffenden Ablagerungen und ihr vielfach sehr enger Anschluß an die carbonische Schichtenreihe.

Es sind durchwegs starkbankige bis fast schichtungslose, grobe, hocheisenschüssige Konglomerate und Sandsteine, deren meist reichliches Bindemittel aus schuppig oder körnig kristallinischem Hämatit besteht, wodurch diese oft äußerst zähen Gesteine ein altertümliches Aussehen erlangen. Am frischen Anbruch kirschrot oder dunkelviolettrot, erscheinen sie an der angewitterten Oberfläche fast schwarz und werden durch das Herausbröckeln der Gerölle lavaähnlich kavernös. Sie sind die Ursprungsgesteine der meisten Blöcke des Eisensandsteines (Parásteines) im Quartär der Amazonasniederung (vergl. S. 98 ff.), mit welchem, sowie mit den als Neogen gedeuteten Ablagerungen sie vielfach in einem solchen Zusammenhange stehen, daß bei den mangelhaften Aufschlüssen eine Trennung sehr schwierig durchgeführt werden kann. Dies ist der Grund, weshalb z. B. die Konglomerate im Norden von Obidos zum Neogen einbezogen wurden, da sie zwar ersichtlich älter als das Quartär, aber anscheinend jünger als die Sandsteine der Serra do Curumú und des unteren Trombetas sind, welche oben (S. 130) zum Paläogen gestellt wurden. Allerdings ist die letztere Altersannahme noch sehr ungewiß, da die Curumú-Sandsteine auch dem Carbon angehören könnten, in welchem Falle die besagten Konglomerate recht wohl als Perm anzusprechen sein würden. Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse im Norden von Alemquer und vielleicht gehören auch die dem guyanischen Grenzgebirge vorliegenden Tafelberge, die bis jetzt von keinem Geologen besucht wurden, von welchen aber die Eingeborenen berichten, daß sie aus pedra brava (Eisensandstein) bestehen, derselben Formation an.

Im Tapajósgebiete ist der Schichtenverband der fraglichen Konglomerate und Sandsteine ein klarerer, aber auch hier ist die Altersgrenze nach oben nicht genügend eingeengt. Die Schichten liegen dem obersten Carbon diskordant auf und werden ihrerseits ebenfalls diskordant von neogenen Gebilden überlagert; sie können somit zwar permisch, aber freilich auch viel jünger sein. Der Umstand, daß die Gerölle der Konglomerate fast nur aus Quarz und quarzitischem Sandstein, aber nicht

aus den in der Nähe anstehenden Kalksteinen und Diabasen bestehen, welche man jedoch in jüngeren Agglomeraten antrifft, läßt darauf schließen, daß die Zusammenschwemmung der Gerölle zu einer Zeit erfolgte, als die carbonische Schichtenreihe noch nicht jene Möglichkeit der Zerstörung und Abtragung bot, wie in der känozoischen Epoche und daß anscheinend ausschließlich das kristallinische und metamorphe Grundgebirge das Material für die fraglichen Konglomerate und Sandsteine lieferte. Ferner weist die hocheisenschüssige Beschaffenheit dieser Gesteine darauf hin, daß sie im brackischen Wasser zur Ablagerung gelangten, was sich alles eher mit der Annahme eines permischen als eines jüngeren Alters derselben in Einklang bringen läßt. Sicherheit ist hierüber jedoch zur Zeit nicht zu erlangen.

Am Tapajós sind die fraglichen Konglomerate an der Ponta Saracúra etwas unterhalb der Mündung des Bom Jardim-Baches, wenige Kilometer flußaufwärts von Itaituba und in der Nähe der Mündung des Rio Piracanan am besten aufgeschlossen, ziehen aber mit Unterbrechungen bis herab unterhalb Boim, wo sie die dortigen bei Niederwasser für die Dampfschiffahrt gefährlichen Klippen und Untiefen bewirken. Überall, wo die Konglomerate mächtiger entwickelt sind, bilden sie mehr oder minder weit in das Flußbett vorspringende Landzungen, oder dasselbe überquerende Schwellen. Letzteres ist insbesondere bei Boim der Fall. Auf den Pontas (Landspitzen), von welchen jene bei Boim ebenfalls Ponta Saracúra heißt, liegen gewöhnlich auf einer mit Geröllen bedeckten und bloß in der trockensten Jahreszeit über die Wasserfläche etwas emportauchenden, anscheinend aus festen Konglomerat- und Sandsteinbänken bestehenden Unterlage große Blöcke des Konglomerates übereinander aufgetürmt.

Auf der Ponta do Mangal oberhalb der Mündung des Piracanan sind Sandsteine vorherrschend. Die daneben auftretenden Konglomerate besitzen wegen der im reichlichen hämatitischen Bindemittel nur einzeln eingestreuten, wenig abgerollten, groben Gemengteile ein porphyrähnliches Aussehen. Ihre bei Tiefwasserstand gut entblößte carbonische Unterlage besteht aus Kalken mit fossilienreichen kieseligen Einlagerungen, die flach nach Nordwesten einfallen, während die im Mittel kaum über 10 m mächtigen Sandsteine teilweise unter bemerklich größeren Winkeln nach Norden verflächen. Ob durchgehends, oder nur infolge von lokalen Störungen, mußte bei der Beschränktheit der streichenden Aufschlüsse leider unentschieden bleiben.

Dagegen sind die hier sowohl als weiter im Norden, besonders von Brazilia Legal über Boim abwärts, in den höheren Uferböschungen überall anstehenden sandig-tonigen Schichten des Neogen (vergl. S. 82) horizontal gelagert, so daß an der Diskordanz zwischen ihnen und den

fraglichen permischen Konglomeraten und Sandsteinen nicht gezweifelt werden kann.

Dasselbe stratigraphische Verhältnis weisen die roten, z. T. sehr groben, von carbonischen Schichten unterteuften Konglomerate am Rio Cuparý, einige Kilometer flußaufwärts von Aveiros, gegenüber den auflagernden neogenen Tonen auf und nach Mitteilungen, welche mir vom Ingenieur Pimentel in Santarém gemacht wurden, sollen dieselben groben Konglomerate am Rio Una Schwellen und Klippen bilden und werden erst in den höheren Geländen auf der Nordseite des Flusses von roten tonigen (wahrscheinlich neogenen) Schichten überlagert.

Auch weiter ostwärts gegen den Xingú scheinen die hocheisenschüssigen zähen Konglomerate überall, wo sie in zusammenhängenden Massen entwickelt sind, auf carbonischen oder älteren Schichtengliedern aufzuliegen und immer in der gleichen Weise von känozoischen Ablagerungen diskordant bedeckt zu werden. In der Flußrinne des Xingú treten sie etwas oberhalb der Irirí-Mündung, teils auf Granit und weiter nordwärts teils auf Schiefern auflagernd, wiederholt unter den tonigsandigen Tertiärschichten der höheren Uferböschungen zu Tage.

Sollte die angedeutete, gegenwärtig allerdings noch ganz unsichere Einreihung der primären Konglomerat- und Sandsteinablagerungen mit kristallinischem Hämatit-Bindemittel im unteren Amazonasgebiet zum Perm durch weitere Forschungen ihre Bestätigung finden, dann würde offenbar ein großer Teil der roten Sandsteinablagerungen des brasilischen Zentralplateaus ebenfalls zu dieser Formation zu stellen sein.

Ebenso ist die Zugehörigkeit eines Teiles der marine Fossilien enthaltenden Schichtenreihe des Carbonsystemes zum Perm nicht ausgeschlossen. Es kämen diesbezüglich vor allem die sandig-kalkigen Hangendschiefer des Systemes im Curuá- und Maecurúgebiete nördlich vom Amazonas in Frage, welche, falls die Lagerungsverhältnisse richtig gedeutet werden, noch um rund 200 m höher liegen als jene Kalksteine, die schon das oberste Carbon bezw. Permocarbon repräsentieren. Tatsächlich weisen diese Schiefer eine Fauna von permischem Einschlag auf, daneben aber nach Derbys Bestimmungen freilich auch wieder viele echt carbonische Formen (vergl. weiter unten), so daß eine endgültige Entscheidung vorderhand nicht möglich ist.

Carbon.

Das Carbon des unteren Amazonasgebietes gliedert sich in zwei Abteilungen: eine untere, bestehend wesentlich aus Sandsteinen, und eine obere, bestehend aus Kalksteinen. Während die obere stellenweise außerordentlich fossilienreich ist und auf Grund dieser reichen Fauna ihre Zugehörigkeit zum obersten Carbon (Permocarbon) vollkommen gesichert erscheint, erwies sich die untere Abteilung bis jetzt so gut wie

versteinerungsleer. Ist ihre stratigraphische Stellung schon deshalb unsicher, so wird sie es noch mehr infolge des Umstandes, daß der Verband der Sandsteine mit den Kalksteinen nirgends mit unzweideutiger Klarheit offen liegt. Am günstigsten steht es diesbezüglich noch am Tapajós; allein auch hier ist die carbonische Schichtenreihe derart abradiert, daß ihr Anstehendes selbst bei Tiefwasserstand nur wenige Meter und nicht in ununterbrochenem Zusammenhang über das Flußniveau aufragt, wodurch ein deutliches Verfolgen der vertikalen Entfaltung der Formation sehr erschwert wird. Dennoch kann die Entwicklung des Carbonsystemes am Tapajós als maßgebend für das ganze untere Amazonasgebiet gelten und soll daher zunächst besprochen werden.

Der geologische Aufbau des Gebietes am Tapajós oberhalb der unteren Fälle ist bis jetzt unerforscht geblieben. Hartt (L. 12) lieferte eine etwas skizzenhafte Beschreibung des geologischen Charakters der Tapajósufer vom Apuhý-Falle abwärts, die durch Derby (L. 29, 45) später eine teilweise Umdeutung erfuhr. Die folgende Darstellung beruht auf eigenen Beobachtungen.

Die Reihe der unteren Katarakte des Tapajós vom Apuhý bis zum Maranhãosinho (bestehend aus sechs ansehnlicheren Stromabstürzen, nämlich der Cach. do Apuhý, do Trovão, do Cuatá, des Fornos, Maranhão grande und Maranhãosinho) wird haupstsächlich aus Porphyren und verschiedenen basischen Eruptivgesteinen gebildet, wovon weiter unten noch die Rede sein wird. Dazu gesellen sich mancherlei Schichtgesteine, namentlich Schalsteine, Quarzite, verhärtete Quarzsandsteine, Hornsteine und Halbjaspise, die im Süden vom Apuhý-Fall anscheinend mit dünnschichtigen Glimmersandsteinen im Verbande stehen. Es ist nicht unmöglich, daß ein Teil dieser Gesteine noch dem Carbon angehört, wahrscheinlich repräsentieren sie jedoch eine mehr oder minder metamorphosierte Schichtenreihe des älteren Paläozoikums. Nach Mitteilungen, die man mir in Itaituba machte, ziehen diese wiederholt von Grünsteinen durchbrochenen Schichtgesteine angeblich bis zur Cach. do Mangabalsinho oberhalb der ehemaligen Missionsansiedlung Bacabal, von wo aufwärts der Tapajós in Granit eingeschnitten sein soll. Diese Angaben bedürfen jedoch einer fachgeologischen Bestätigung.

Unmittelbar am untersten Katarakt, dem Maranhãosinho, und am Ostufer schon etwas oberhalb von ihm, sind Sandsteine entwickelt, die sich von hier im Zusammenhang flußabwärts über Bella Vista und Goyana hinaus erstrecken und dann auf der Ostseite des Tapajós bis Miritituba gegenüber von Itaituba angetroffen werden. Da sie ziemlich konstant, wenngleich unter geringen Winkeln (5—15°) nach Nordwesten bis Norden (22—24^{h}) verflächen, unterteufen sie anscheinend die auf der Westseite des Stromes unterhalb Barreirinha anstehenden Kalksteine. Dies ist der Grund, weshalb wir sie, nicht ohne einen gewissen Vor-

behalt, als Liegendabteilung des Tapajós-Carbon betrachten. Ein Profil, wo die Überlagerung und der Übergang von den Sandsteinen zu den Kalksteinen offen zu beobachten wäre, fand sich leider nirgends aufgeschlossen und auf der Westseite des Tapajós schieben sich zwischen beide die Barreirinha-Gesteine ein.

Barreirinha wird eine felsige und ziemlich steile Strandlehne am linken Tapajósufer rund 25 km oberhalb Itaituba genannt, wo sich auch eine relativ stark bevölkerte Ansiedlung gleichen Namens befindet. Diese Strandlehne besteht aus eigentümlichen Schiefern und Schiefertonen, die scheinbar unter den Sandsteinen aufbrechen und wie ein Keil in das oberste Carbon eingreifen. Von Barreirinha nach Norden, d. i. stromabwärts, breitet sich die Kalksteinstufe; von Barreirinha nach Süden, d. i. stromaufwärts bis zu dem Maranhãosinho-Katarakt, die Sandsteinstufe aus. (Vergl. Abb. 79.)

Die Sandsteine der Liegendstufe des Carbon am Tapajós gleichen in hohem Grade den paläogenen Sandsteinen der Serra do Ereré. Es sind Quarzsandsteine, die am rechten Ufer des Stromes bei Bella Vista am mächtigsten entwickelt sind. Sie bilden hier eine bei Niederwasser gegen 10 m hohe Uferlehne und erstrecken sich nach Osten landeinwärts; wie weit, ist nicht bekannt, da der jenseits der Ansiedlung alsbald beginnende Urwald jede bezügliche Beobachtung verhindert. In der Uferlehne ist der Sandstein sehr deutlich geschichtet, streicht nach Nordosten und fällt unter 5—10° nach 22^h ein. Er ist verhältnismäßig feinkörnig, da sich die mittlere Korngröße zwischen 0.2 und 0.5 mm bewegt; nur lagenweise beteiligen sich auch größere Körner bis zu 4 mm Durchmesser an seiner Zusammensetzung. Die Sandkörner sind zu 90 % wasserklarer Quarz; 5 % entfallen auf Feldspath (zumeist Orthoklas), etwas Hämatit und Limonit und 5 % etwa auf das kaolinische Bindemittel. Die oberen Schichten der Entblößung sind ziemlich hart, die tieferen, welche die längste Zeit des Jahres vom Wasser bedeckt werden, sind dagegen mürbe und leicht zerreiblich. Sie sind auch vom Wellenschlag stark zerwühlt und voll von Auswaschungslöchern.

Nach Nordwesten, schräg gegenüber von Bella Vista, besteht die Insel Goyana und das durch eine im Winter überschwemmte Barre mit ihr verbundene westliche Uferland des Tapajós ebenfalls aus Sandstein. Das Gestein der Barre, welche in der trockenen Jahreszeit den Tapajósarm, welcher die Insel vom Festland trennt, im Norden abdämmt und ihn zu einer Lagune umwandelt, ist grobkörnig, feldspatreich und bildet starke Bänke, die unter 12° nach Nordwesten (22^h) einfallen. Im südlichen Teil von Goyana ist die Beschaffenheit des Sandsteines jedoch ziemlich dieselbe wie auf Bella Vista, nur pflegt das Bindemittel reichlicher und oft limonitisch zu sein, so daß eisenschüssige Sandsteinabarten resultieren. Da diese zumeist nur die Oberflächenschichten bilden oder

in losen Blöcken am Strande herumliegen, kann ihr Limonitgehalt auch auf sekundärer Zufuhr von Eisenoxydhydrat gelegentlich der Inundationen beruhen. Einen Beleg für diese Möglichkeit bieten die den Sandstein stellenweise vertikal wie Wurzeln durchsetzenden Eisensandsteingebilde. (Vergl. S. 101.) Im allgemeinen sind diese Sandsteine dünnschichtiger als jene am Nordende der Insel und liegen fast horizontal.

Sowohl landeinwärts als flußabwärts werden die Sandsteine der Ufergelände des Tapajós von Schotter- und sandigen Tonablagerungen bedeckt. Im Schotter finden sich häufig Porphyr- und Grünsteingerölle, — ein Beweis, daß er aus dem Gebiete der unteren Fälle herstammt und Jahr für Jahr vom Hochwasser erneuert wird.

Tapajósabwärts treten die Sandsteine nur noch in beschränkten Entblößungen auf. Am linken Ufer hören sie anscheinend vor Barreirinha auf; am rechten Ufer bilden sie aber bei und unterhalb Miritituba noch ansehnliche Felsmassen, die auf allen vom Strom bespülten Flächen von Strudel- und Auswaschungslöchern vollständig durchwühlt sind. Viele dieser Löcher besitzen

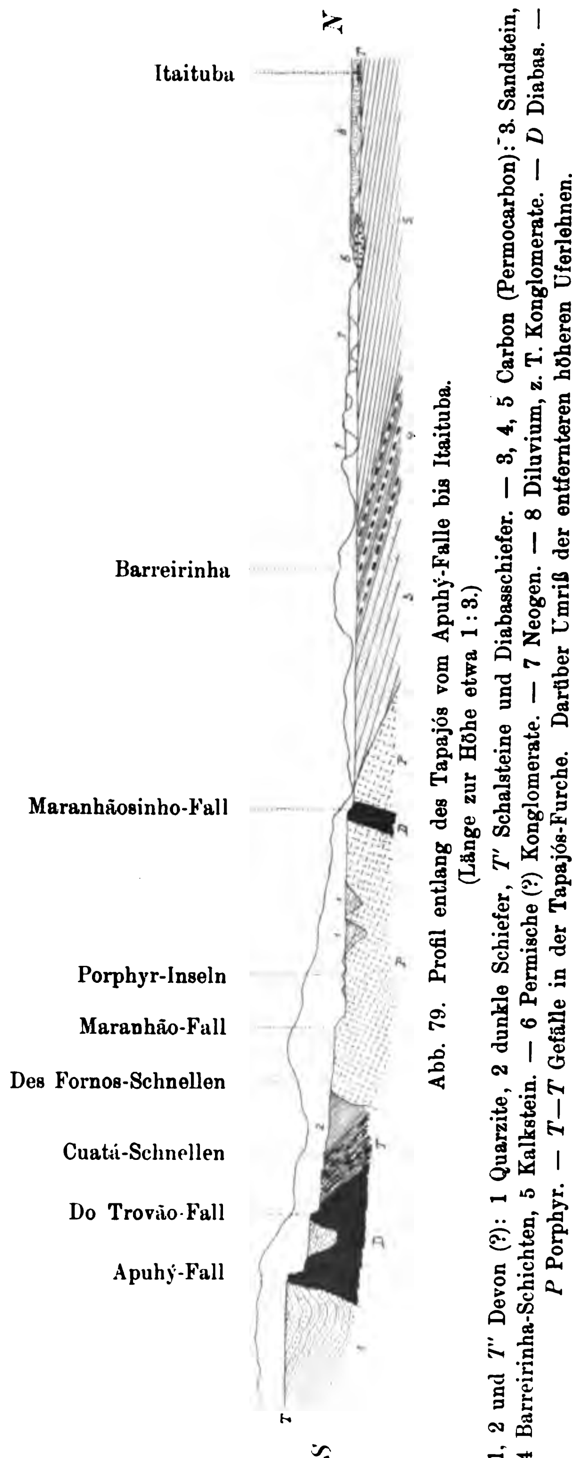


Abb. 79. Profil entlang des Tapajós vom Apuhý-Falle bis Itaituba. (Länge zur Höhe etwa 1 : 3.)

1, 2 und T' Devon (?): 1 Quarzite, 2 dunkle Schiefer, T' Schalsteine und Diabasschiefer. — 3, 4, 5 Carbon (Permocarbon): 3. Sandstein, 4 Barreirinha-Schichten, 5 Kalkstein. — 6 Permische (?) Konglomerate. — 7 Neogen. — 8 Diluvium, z. T. Konglomerate. — *D* Diabas. — *P* Porphyr. — *T—T* Gefälle in der Tapajós-Furche. Darüber Umriß der entfernteren höheren Uferlehnen.

30—40 cm im Durchmesser und bilden die Mündung gewundener Röhren, die auf 1—2 m in das Gestein eingebohrt sind. Die petrographische Übereinstimmung dieser, wegen der fast ständigen Durchtränkung mit Wasser im feuchten Zustande sehr mürben Sandsteine mit jenen von Bella Vista ist eine vollkommene, weshalb sie ebenfalls dem Carbon eingereiht werden, obwohl sie gerade bei Miritituba mit roten Toneisensteinen, sandigen gelben Ockern, groben hämatitischen Konglomeraten und Sandsteinen in solcher Verbindung stehen, daß man sie für tertiär halten könnte.

Nirgends von Bella Vista bis herauf nach Miritituba wurde in den carbonischen Liegendsandsteinen eine Spur von Fossilien aufgefunden, nirgends auch eine Spur von Steinkohlenlagern. Die Sandsteine scheinen eine marine Litoralbildung und keine Süßwasserablagerung zu sein. Da bei der mäßigen Neigung der Schichten die durch den Stromeinschnitt geschaffenen vertikalen Aufschlüsse zu gering sind, müßte durch einen künstlichen Einbau (Bohrung) ermittelt werden, ob etwa in einem tieferen, am Tage nicht zugänglichen Horizont der Sandsteinstufe Kohlenflötze auftreten. (L. 62.) Die Hoffnung darauf ist aber gering.

Schon vor Barreirinha kommen am linken Tapajósufer eigentümliche blaugraue Tonschiefer zu Tage, die in der steilen Lehne, auf welche sich der Ortsname hauptsächlich bezieht, in einer Mächtigkeit von nicht ganz 15 m anstehen. Im liegendsten Teile enthalten sie eine etwa 30 cm starke sandige Sphärosideritschicht eingeschlossen, die am Ausbiß stark zersetzt und in eine bröcklige ockerige Masse umgewandelt erscheint. Die darüber folgenden, beiläufig 10 m mächtigen Schieferschichten enthalten zahlreiche sphäroidische Konkretionen von eigentümlich roggensteinartiger Beschaffenheit. Es ist nicht unmöglich, daß diese Nieren ursprünglich auch sphärosideritisch waren, trotzdem sie gegenwärtig nur wenig Carbonate enthalten. Mehrere Partialanalysen ergaben nämlich im Maximum 4.16 $^0/_0$ Kohlendioxyd, wovon ein Teil auf den nie ganz fehlenden Kalk entfällt und erst der Rest auf Eisencarbonat kommt. Teilweise freilich besitzen sowohl die kugeligen Gebilde, als die sie einschließenden Schiefer auch ein schalsteinartiges Aussehen. Die sehr feinkörnige bis dichte Gesteinsmasse der Konkretionen ist meist heller grau als jene der Schiefer und erscheint häufig von Eisenoxyd rot gestriemt oder geflammt. Ihre innere Struktur ist eine pseudosphäroidale, da sie fast ganz aus etwa hanfkorngroßen Cumularsphärolithen zu bestehen scheint, die nur durch ein spärliches hämatitisches Zwischenmittel verbunden werden. Für das freie Auge ist die Begrenzung der einzelnen scheinbaren Kügelchen eine recht scharfe und der roggensteinartige Charakter des Gesteines ausgesprochen; bei stärkeren Vergrößerungen verschwinden jedoch die scharfen Umrisse der Kügelchen und das ganze Gestein löst sich in ein schuppiges Aggregat von vorherrschender Ton-

substanz mit wenig Glimmerblättchen, Quarz-, Feldspat-, Eisen- und Kalkcarbonatkörnchen, kohligem Staub, Limonit und viel Hämatit auf, welch letzterer nur hier und da durch starke Anhäufungen eine schärfere Umrandung rundlicher heller Partien der Gesteinsmasse andeutet.

Die Konkretionen dieses eigentümlichen Gesteines sind im Schiefer schichtweise derart angeordnet, daß ihr größter Durchmesser (von 0.5 bis 1 m) in der Schichtungsebene liegt, der kleinste (von etwa 15—20 cm) aber senkrecht darauf zu stehen kommt. In einem frischen Anbruch in der Nähe des Dampfer-Anlegeplatzes, wo im Jahre 1897 die Konkretionen zu Bauzwecken gewonnen wurden, waren drei je etwa 20 cm mächtige, von 10—15 cm starken Schieferschichten getrennte Lagen des Gesteines aufgeschlossen. Die beiden oberen bestanden aus großen, unregelmäßig geformten flachen Konkretionen, die tiefste aber schien eine zusammenhängende Schicht zu bilden. Weder diese noch die Konkretionen waren eben spaltbar, ließen sich aber wegen ihrer mäßigen Härte leicht zu Mauersteinen bearbeiten. Der Bruch des Gesteines war flach muschelig. Das Hangende bestand aus blaugrauen glimmerigen Tonschiefern, die auch den Untergrund der ganzen Ansiedlung Barreirinha bilden und noch etwa 3 km nach Norden anhalten. Sie sind dünnschichtig, uneben spaltbar, von zahlreichen Querklüften durchsetzt, die ebenso wie alle Absonderungsflächen in den oberen Schichten mit limonitischen Ausscheidungen belegt zu sein pflegen. Wo sie am Tage anstehen, was selten der Fall ist, weil sie im Uferstrich von jungen Schotter- und Sandablagerungen des Tapajós bedeckt und weiter im Innern von dichter Vegetation bewachsen sind, sind sie ausgebleicht, grauweiß und zerfallen in platte Brocken. Wo ein Verflächen abgenommen werden konnte, war es unter 5—10° nach Nordwesten (22—23^h) gerichtet. Besonders nördlich von Barreirinha sind diese Schichten ausgeprägt transversal geschiefert. Die transversalen Schieferflächen fallen unter 80° nach Norden ein.

Trotz eifrigen Suchens fanden sich bei Barreirinha nirgends Fossilien. Hartt (L. 12) gibt jedoch an, in Konkretionen oft einen Fischrest als organischen Nucleus und in einem Knollen auch einen unbestimmbaren *Orthoceras* (?), sowie ferner im Schiefer ein Bruchstück eines *Lepidodendron* beobachtet zu haben und aus den Schiefern etwa 2 km nördlich von Barreirinha führt er *Spirophyton* an. Die letzteren unorganischen Gebilde*) scheinen Derby (L. 29) bewogen zu haben, die Barreirinha-Schiefer in das Devon zu verweisen, worin ihm Clarke (L. 45) unter Hinweis auf das Auftreten von *Spirophyton typum* Hall im Mitteldevon von New-York völlig zustimmt.

*) Vergl. Th. Fuchs: Studien über Fucoiden und Hieroglyphen. (IV. Gruppe, Alectoruridae.) Denkschriften d. kais. Akad. d Wiss. Wien 1895.

Es sei diesbetreffend daran erinnert, daß auch im Carbonkalk von Dompierre *Spirophyton* zusammen mit *Productus cora* und *Prod. sublaevis* vorkommt*) und im sogen. Flysch Europas allgemein verbreitet ist. Im Übrigen vermögen wir zweifelhaften Fucoiden und deren angeblichen Sporangien (*Protosalvinia brasilensis* und *P. bilobata* Dawson, L. 46) keine paläontologische Beweiskraft zuzugestehen und belassen die Barreirinha-Schichten aus stratigraphischen Gründen vorläufig beim Obercarbon. (Vergl. L. 48.)

Diese Schichten erstrecken sich am linken Ufer bis zur Insel Itapocú. Auf der gegenüberliegenden rechten Seite wird der Tapajós von ziemlich hohen, von Buschwerk und palmenreichem Wald bedeckten Uferlehnen begleitet, in welche die Mündung eines unbedeutenden Zuflusses, des Itapacurá assú, eingeschnitten ist. Am Unterlauf desselben und am Tapajós abwärts, soweit als das hohe Ufer anhält, stehen ähnliche Schiefergesteine an, wie bei Barreirinha, deren hangendstem Teile sie der Lagerung nach entsprechen müßten. Sie sind teils hochbituminös schwarz und dünnblättrig, teils mehr sandig, graugrün, in unregelmäßige Brocken zerfallend, lagenweise reich an Pyritknollen, auf deren Zersetzung wohl die stellenweise durch Eisenocker und Hämatit bewirkte bunte Färbung zurückzuführen ist. Auch sie enthalten große Nieren eines feinkörnigen, rötlichbraunen Sphärosiderites (nach Hartts Angabe ein Gemenge von Magnesia- und Eisencarbonat). Aus den schwarzen Schiefern führt Hartt Sporangien von *Lepidodendron* ? und aus den bunten Schiefern Spuren von Würmern und Gastropoden an. Ich sah nichts dergleichen.

Schon die tief in den Tapajós eingreifende Ponta Tatúcoára oberhalb der Itapacurá assú-Mündung scheint aus eisenschüssigen Konglomeraten (Perm ?), die in großen Blöcken aufgehäuft sind, zu bestehen und talabwärts von den hohen Schieferlehnen verursachen junge Bedeckungen eine am rechten Ufer weithin, bis fast gegen Miritituba, am linken dagegen nur eine kurze Strecke anhaltende Unterbrechung des Permocarbon.

Von der rechten Seite treten nämlich die jungtertiären Gebilde des waldreichen Plateaus zwischen dem Xingú und Tapajós bis an diesen letzteren heran und übersetzen ihn über die steinige Insel Itacáapão hinweg nach Westen, wo sie sich wieder stark ausbreiten. Möglich, daß die groben hämatitischen Konglomerate, welche diese Ablagerungen unterteufen, wie jene an der Ponta Saracúra (S. 141) dem Perm angehören. Die losen Akkumulate, welche die erodierte Oberfläche des Neogens bedecken, sind teils eluviale, teils verschwemmte Quartärbildungen, die sich von hier mit Unterbrechungen bis zum Amazonas ziehen. Etwas

*) L. Cayeux: Ann. de la Soc. géolog. du Nord XVI, 1889, p. 344.

unterhalb der Mündung des Itapacurá assú fand Hartt in roten Toneisensteinen und bunten Schiefern des Neogens Abdrücke von Dikotyledonen-Blättern, die jenen von Prainha an die Seite gestellt werden können. (Vergl. S. 110.) Die unter der Neogendecke bei Miritituba hervortretenden Quarzsandsteine sind petrographisch mit jenen von Bella Vista vollkommen identisch und wohl auch mit ihnen gleich alt, also dem Carbon angehörend. (Vergl. S. 144.)

Von viel größerer Wichtigkeit als die untere Sandstein- und Schieferstufe ist die obere Kalksteinstufe des Tapajós-Carbon. Sie ist namentlich auf der linken Seite des Stromes wenige Kilometer von Barreirinha abwärts bis weit unterhalb Itaituba schön entwickelt und entlang des Tapajós sowohl als im Seitentale des Bom Jardim-Baches verhältnismäßig gut aufgeschlossen. Da die Schichten entweder horizontal liegen oder ganz flach (3—8°) nach Norden einfallen, ist die vertikale Entfaltung der Profile allerdings nur gering. Überall findet eine Wechsellagerung von dünnschichtigen dunkelgrauen, mit grobschichtigen bis sehr dickbankigen hellgrauen oder gelben Kalksteinen statt, und wenn auch im großen ganzen die dunkeln Kalksteine die tieferen Horizonte zu bevorzugen scheinen, so kann man darauf doch nicht etwa eine weitere Gliederung der Kalkstufe basieren. Vielmehr muß die ganze Entwicklung derselben als einheitlich aufgefaßt werden, was durch den Charakter und die Verteilung der fossilen Fauna in den einzelnen Schichten durchaus bestätigt wird.

Eine kurze Strecke unterhalb der Insel Itapocú mündet in den Tapajós auf der linken Seite der Bach Itapeúa, von dessen Mündung aufwärts und abwärts das Ufer des Stromes auf eine beträchtliche Strecke von mauerartigen Kalksteinfelsen gebildet wird, welche sehr bezeichnend Paredão, d. i. feste Mauer, genannt werden und die ersten größeren Entblößungen der oberen Stufe des Carbon unterhalb Barreirinha vorstellen. Die unterspülende Tätigkeit des Stromes hat hier zahlreiche Balmen und Grotten geschaffen, darunter eine von etwa 30 m Länge, 5 m größter Höhe und 8 m Tiefe (Abb. 80), in welcher die folgende Schichtenreihe offen liegt:

Aus dem Tapajós, dessen Grund er bildet, wie bei der seltenen Klarheit des Wassers weit hinein verfolgt werden kann, steigt gleichmäßig gebankter grauer Kalkstein empor, der in Form einer breiten Terrasse vom Flusse sanft ansteigend, auch den Boden der Grotte bildet. Seine Mächtigkeit über dem Wasserspiegel beträgt rund 2 m. Er enthält fest eingewachsen einzelne Brachiopoden und lagenweise angehäuft kleine Gastropoden, vornehmlich Murchisonien und Pleurotomarien.

Darüber liegt eine durchschnittlich 4 m mächtige mergelige Schichtenreihe, bestehend von unten nach aufwärts aus:

2 m gelbem, etwas sandigem Mergelkalk, durchschossen von grüngrauen glaukonitischen lettigen Lagen;

50 cm grünen tonigen Mergelschiefern, dünnblättrig spaltbar; und einer

1.5 m mächtigen Wechselfolge von gelbem dünngeschichtetem Mergelkalk mit glaukonitischem grünem Mergelschiefer, welcher eine ziemlich gedrängte, erbsengrüne bis grasgrüne Bänderung dieser Schicht erzeugt.

Hierüber folgen dann etwa 4 m wohlgeschichteten, schwach mergeligen, dichten, hellgrauen Kalksteines mit verhältnismäßig spärlichen Versteinerungen, hauptsächlich Productiden, aber zahlreichen sekundären Calcitnestern und mit Calcitkristallen ausgekleideten Drusenräumen.

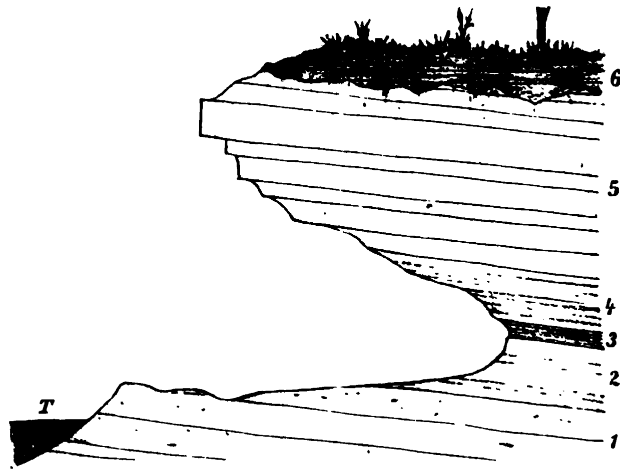


Abb. 80. Profil durch die Carbonschichten des Paredão am linken Ufer des Tapajós. 1—5 Carbon: 1 Grauer Kalkstein: 2 Sandiger Mergelkalk; 3 Grüner Mergelschiefer; 4 Mergelkalk durchschossen von Schiefer; 5 Hellgrauer Kalkstein. 6 Neogener Quarzsandstein. *T* Tapajósniveau bei Tiefwasser.

Die erodierte Oberfläche dieser Carbonschichten, welche unter 5—8° nach Nordost (2—3^h) geneigt sind, wird discordant bedeckt von hellgelbem und rotem Quarzsandstein, der an der Auflagerungsfläche noch ziemlich zusammenhängende Schichten bildet, sich gegen Tag zu aber rasch in tonigen Sand auflöst, der teilweise von Gerölle, teilweise von einer dünnen humösen Erdschicht bedeckt wird.

Da die dichten Liegend- und Hangendkalksteine des Paredão weit widerstandsfähiger sind als die zwischen sie eingeschaltete mergelige Schichtenreihe, so wird diese letztere vom Hochwasser hauptsächlich ausgewaschen, wodurch die Grotten und Balmen entstehen (Abb. 80). Die Verschiedenheit des gelben sandigen Mergelkalkes (I) und des schwach mergeligen hellgrauen dichten Hangendkalksteines (II) ergibt sich aus den folgenden Analysen:

	I	II
Kalkcarbonat	65.24 %	92.56 %
Magnesiacarbonat	4.16 „	1.12 „
Eisencarbonat	0.92 „	—
Eisenoxyd und Tonerde	2.13 „	1.80 „
Wasser	1.40 „	0.94 „
In HCl unlöslich (Tonerdesilikat)	25.20 „	3.36 „
	99.05 %	99.78 %

Vom Paredão zieht das felsige Ufer, jedoch vielfach ausgewaschen und niedriger, flußabwärts. Etwa 1 km weiter nördlich liegt auf demselben eine Ansiedlung von wenigen Häusern, genannt Itaporanga. Etwas

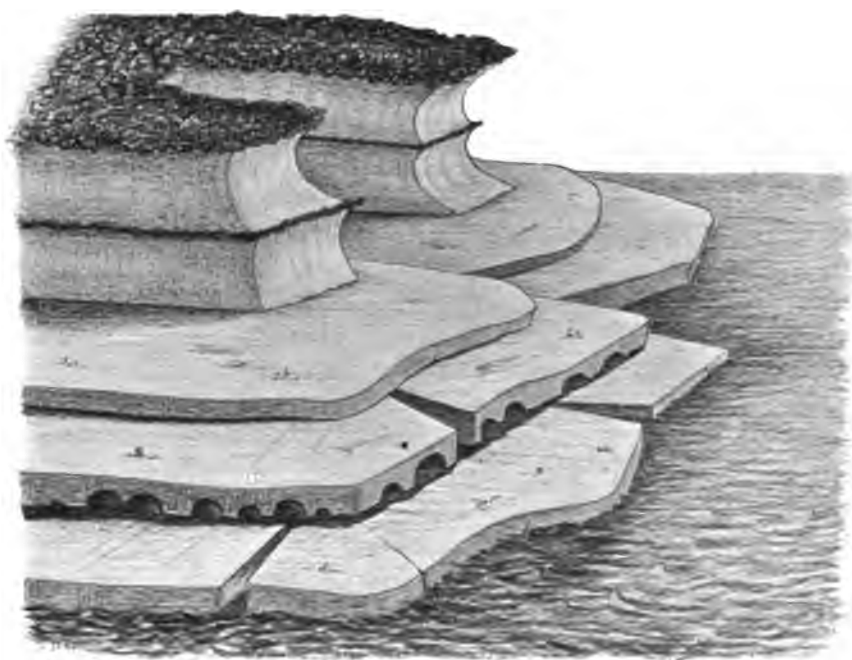


Abb. 81. Treppenförmige Uferterrassen am jungcarbonischen Kalkstein bei Itaporanga am Tapajós.

unterhalb derselben steigen bei niedrigstem Wasserstand die fast horizontalen oder unter ganz geringen Winkeln (4—8°) nach Südosten (8—10^{h}) geneigten Kalksteinschichten in Form von breiten Rampen und Treppen aus dem Tapajós empor (Abb. 81).

Auf zwei oder drei (selten mehr) 20—40 cm hohe und 2—3 m breite, teilweise unterspülte und durch Klüfte in Platten gespaltene stufenförmige Absätze, die je einer Kalkbank entsprechen, folgen einige gewöhnlich stärkere (50—80 cm) Kalksteinschichten, die hohlkehlartig ausgewaschen und an der Oberfläche von einer rauhen und cavernösen,

grauen oder schwärzlichen gekröseartigen Schicht bedeckt zu sein pflegen. Diese besteht ebenfalls nur aus Kalkmasse, die jedoch ganz durchdrungen ist von sekundär gebildetem Kalkspat (nicht Kalktuff), an der Oberfläche ausgehöhlt und zerfressen erscheint und von einer dünnen teils organischen, teils limonitischen oder manganhältigen dunklen Rinde überkrustet wird. Der rampenartige Unterbau dieser Uferstrecke entspricht dem mittleren Tiefwasserstand, während der höhere Aufsatz im Bereiche des reißenden, stark erodierenden Hochwassers liegt. Bedeckt wird das Carbon landeinwärts von diluvialem tonigem Sand und Schotter, welcher stellenweise zu einem Konglomerat verfestigt ist.

Unter ähnlichen Verhältnissen erstrecken sich die Kalksteine nordwärts bis zur Mündung des Bom Jardim-Baches, in dessen Nähe hellgrauer, dickbankiger Kalkstein am meisten verbreitet ist. Die Bänke sind vielfach in Quadern zerlegt, deren abgewitterte und abgespülte Flächen mit eigentümlichen Wülsten und rosettenartigen Calcitkristallgruppen bedeckt zu sein pflegen, oder aus welchen oft armdicke, außen von Chalcedon umhüllte, im Innern mit Quarzdrusen ausgekleidete Röhren 10—15 cm weit herausragen. Die meist einfach walzenförmigen, seltener verzweigten Wülste von 3—5 cm Dicke bestehen aus kieselsäurereicher Kalksteinmasse (Kalkhornstein) und pflegen ebenso wie die Calcitrosetten von einer dunkelbraunen bis schwarzen rauhen Kruste bedeckt zu sein, die wesentlich aus Limonit, zuweilen mit organischen Beimengungen, besteht und nur in einem Falle auch etwas Mangan enthielt.

Ohne Zweifel waren sowohl die Quarz- als die Kalkspatdrusen ursprünglich im Kalkstein eingewachsen und sind erst durch die Erosion freigelegt und gewissermaßen herauspräpariert worden. Wie leicht begreiflich dieser Vorgang bei den Quarzröhren und den zumeist recht kieseligen Wülsten auch ist, so überraschend scheint er bei den Calcitdrusen zu sein. Ich finde darin lediglich einen neuen Beweis der häufig zu beobachtenden Tatsache, daß wohlausgebildete Kristallflächen eine weit größere Konsistenz und Verwitterungsbeständigkeit besitzen, als das substanziell übereinstimmende und gleich harte feinkörnige Aggregat oder die entsprechende dichte Gesteinsmasse. Die ausgewitterten Quarzkristalldrusen, Amethyste, Achate, Knollen von Hornstein mit Versteinerungen und von kacholongartigen Zersetzungsprodukten u. dgl. m. liegen auf dem sandigen Strandstreifen massenhaft herum. Während in diesen Uferkalksteinen des Tapajós Fossilien zwar nicht gerade selten, aber auch keineswegs häufig auftreten, sind die Schichten, welche vom Bom Jardim-Bache aufgeschlossen werden, sehr versteinerungsreich.

Dieser fischreiche Bach mit zahllosen Windungen und Schlingen und einigen im Hochsommer blinden Armen, die zur Regenzeit eine Verbindung mit den südlicheren und nördlicheren Seitenbächen des Tapajós herstellen und dadurch entlang des Stromes mehrere Inseln erzeugen, —

ganz ähnlich, wie es auf seiner anderen Uferseite der Itapacurá assú und der Itapacurasinho tun, — besitzt einen im ganzen westöstlichen Lauf. Da die von ihm durchfurchten Carbonschichten im Mittel nach 19^{h} streichen und nach Norden (1^{h}, unter höchstens 10^{0}) einfallen, erscheinen die felsigen Uferwände des Baches zumeist wie horizontal gebankt. Bei der fast schwebenden Lagerung der Schichten ist es begreiflich, daß deren offene Gesamtmächtigkeit trotz der guten Aufschlüsse kaum 15 m umfaßt.

In dieser beschränkten vertikalen Entfaltung können bedeutende Faunenunterschiede natürlich nicht vorausgesetzt werden, wenngleich die Kalke von zweierlei Art sind: gut geschichtete dunkelgraue und grobbankige hellgraue oder gelbliche. Diese letzteren sind mit den vorhin beschriebenen Kalksteinen vom Tapajósstrande identisch und enthalten wie diese Calcit- und Quarzdrusen und auf den abgewitterten Flächen

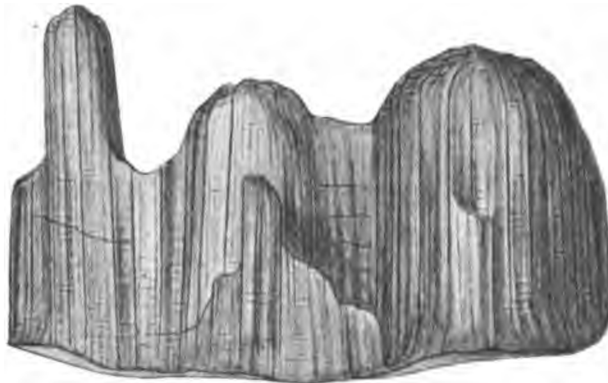


Abb. 82. Stylolith aus den hellgrauen mergeligen Kalksteinen des obersten Carbon am Bom Jardim-Bache.

ebenfalls die oben erwähnten Wülste. Sie sind jedoch reicher an Fossilien, die zuweilen ganze Lagen darin bilden. Leider lassen sich dieselben in der Regel nicht befriedigend herauspräparieren und können in weit besserem Zustande ausgewittert in den Uferanschwemmungen gefunden werden. Die dunklen Kalke sind reicher an tonigen und kohligen Beimengungen und enthalten oft in dichtgedrängten Lagen massenhaft angehäufte Fossilien, deren Schalen silifiziert zu sein pflegen und in prächtiger Erhaltung aus dem Gestein herauswittern.

Die hellen Kalksteine sind von dichter Beschaffenheit, halbmuscheligem Bruch, durchwegs etwas mergelig, aber sonst sehr rein. Manche Bänke derselben werden an Stelle der Schichtfugen von schwarzen ausgelappten Linien durchzogen: den Durchschnitten von Stylolithen, die bis 10 cm Länge erreichen, mit einer schwarzen glänzenden Schicht bedeckt, der Länge nach gestreift und quer gerippt oder gerunzelt sind (Abb. 82). Die

gewöhnlich stumpf zugespitzten Enden der einzelnen, von einer Schicht in die andere eindringenden Säulchen tragen häufig eine kohlige Tonkappe. In den gelblichen Kalken sah ich keine Stylolithen, dafür aber enthalten sie reichlich mit flächenreichen wasserklaren Kalkspatkristallen ausgekleidete Drusenräume und weiße Calcitnester. Es ist dies ein Beweis ihrer teilweisen Zersetzung, womit sich auch ihr lockeres, eisenschüssiges Aussehen erklärt.

Analysen des hellgrauen (I), lagenweise einem hydraulischen Kalk ähnlichen und des dünnschichtigen dunkelgrauen (II) Kalksteines ergaben die folgenden Werte:

	I	II
Kalkcarbonat	94.75 %	81.20 %
Magnesiacarbonat	0.80 „	Spur
Eisencarbonat	—	0.75 „
Tonerde und Eisenoxyd . . .	0.94 „	2.48 „
Phosphorsäure	—	Spur
In H Cl unlöslich	2.80 „	14.85 „
Wasser	—	0.68 „
	99.29 %	99.96 %

Die lichte Kalkabart I ist hiernach verhältnismäßig sehr rein; der bedeutende unlösliche Rückstand des dunkelgrauen Kalkes II besteht wesentlich aus Kieselsäure und Tonerdesilikat; der höhere Gehalt an löslichen Eisenverbindungen dürfte auf einen ursprünglichen Pyritgehalt zurückzuführen sein. Die lichtgrauen und gelblichen Kalksteine werden zur Erzeugung von Weißkalk verwendet.

Hauptsächlich in diesen hellen Kalken treten häufig kieselsäurereiche Lagen auf, welche eine ebenso charakteristische Eigenheit des Tapajós-Carbon sind, wie die verkieselten Fossilien der dunkeln Kalkbänke. Auch diese quarzigen Lagen sind zumeist äußerst reich an Versteinerungen, welche man, da sie der Abrollung und Verwitterung sehr gut widerstehen, im groben Tapajósalluvium bis herab gegen Brazilia Legal überall antrifft. Die zahllosen Fossiliengeschiebe, welche der Strom beständig auswirft, stammen hauptsächlich aus solchen kieseligen Schichten, die allerdings im Tapajósbett selbst, und zwar zum Teil sicher schon oberhalb der Bom Jardim-Mündung, ausbeißen; allein im Einschnitt dieses letzteren Baches sind sie der Beobachtung am besten zugänglich und in ihrem Verbande mit den Kalksteinen am schönsten aufgeschlossen. Am oberen Lauf des Baches sieht man in den Aufschlüssen die dunkelgrauen dünnschichtigen Kalke gewöhnlich unten und die hellen dickbankigen darüber; jedoch hat es den Anschein, als ob die ersteren nur beschränkte Einschaltungen in den letzteren bilden würden. An der Grenze beider sind häufig Löcher und kleine, niedrige, aber tiefe Grotten ausgewaschen. Dies ist insbesondere der Fall unweit der Maranhenser Kolonie (Adrião

Ferreira Calda), wo über dem 2 m mächtigen dunkeln, zum Teil schieferigen und verquarzten, äußerst fossilienreichen Gestein etwa 3 m des grobgebankten hellgrauen, von einer weißlichen Verwitterungsrinde bedeckten Kalkes mit nur spärlichen Fossiliendurchschnitten anstehen. Dieser helle Kalk ist teils nischenartig ausgewaschen, teils von Löchern und Höhlen durchwühlt.

Etwa 2 km abwärts werden die Ufer von 5—8 m hohen Felsen von lichten Kalksteinen gebildet. In diesen ist an einer Stelle eine 3 m hohe, 6 m tiefe und 30 m lange Grotte ausgewaschen, in deren Dachvorsprung eine kieselige Schicht eingelagert ist. Ganz in der Nähe

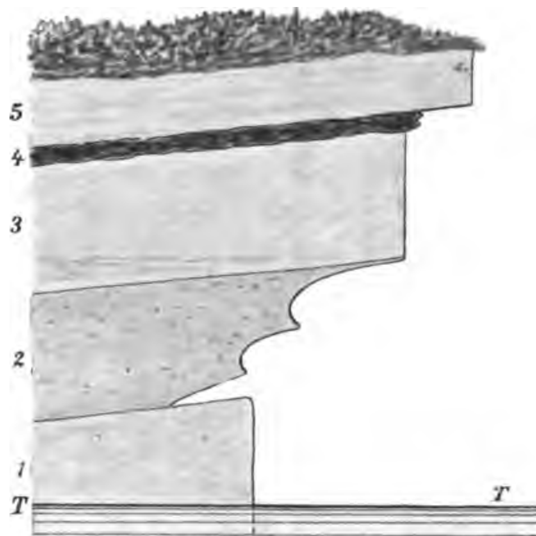


Abb. 83. Profil der Carbonschichten am Bom Jardim-Bache südlich von Itaituba.
1 Dichter grauer Kalkstein. 2 Körneliger bräunlicher Kalk mit Bellerophonten und Brachiopoden. 3 Hellgrauer dichter Kalk. 4 Versteinerungsreiche Kieselhornsteinlage. 5 Fossilienarmer hellgrauer Kalkstein. *T—T* Niveau des Baches, bezw. des Tapajós bei Niederwasser.

ist folgendes Profil offen: unten 1.5 m dichter grauer klingender Kalk mit muschligem Bruch, ohne Versteinerungen; darüber 2 m körneligen bräunlichen Kalkes mit einzelnen Bellerophon- und Brachiopodendurchschnitten, mit vielen Nischen und Auswaschungslöchern; darüber 2 m hellgrauen dichten Kalkes, in der obersten Partie etwas unregelmäßig durchsetzt von einer 20—30 cm mächtigen kieseligen Lage voll Versteinerungen, namentlich Brachiopoden; darüber zu oberst 1 m hellgrauer Kalk mit wenigen Fossilien. Die Schichten fallen unter höchstens $5—8^{0}$ nach Nordost (1^{h} 5^{0} magn.) ein. (Abb. 83.)

Auch weiter abwärts treten im lichten Kalke noch mehrmals kieselige Einlagerungen auf und eine vortreffliche Entblößung fand ich zufalls-

weise im Jahre 1897 in einem künstlichen Aufschluss auf dem Hügel am rechten Ufer des Baches nahe seiner Mündung in den Tapajós. Beim Anwesen der Adela de Almeida wurden dort aus einer Grube Bausteine gewonnen. Die 80 cm starke Oberflächenschicht bestand aus sandigem rotem Ton mit Quarz- und Sandsteingeröllen; darunter folgte eine 1.2 m mächtige Bank hellgrauen zähen Kalkes mit großen Bellerophon- und Productusdurchschnitten, sowie kleineren Brachiopoden, namentlich Spiriferen. Unter dieser lag eine im Mittel 25 cm starke, unregelmäßig knollig ausgebildete kieselige Schicht voll Versteinerungen, und zwar ebenfalls hauptsächlich grosse Bellerophon- und Productusarten, daneben aber auch verschiedene Lamellibranchiaten, *Euomphalus, Streptorhynchus* u. a. Darunter folgte dann ähnlicher grauer Kalk, wie im Hangend, jedoch anscheinend nur mit spärlichen kleinen Gastropoden *(Murchisonia sp.)*. Die Gesamtmächtigkeit der aufgedeckten Schichten betrug etwa 3 m.

Das hier gewonnene frische Material wurde zur näheren Untersuchung des Kieselgesteines benützt. Dasselbe besteht aus Hornstein und Chalcedon, zuweilen mit Übergängen in Jaspis oder selten auch in Opal. Es bildet im Kalkstein, von welchem es eingeschlossen wird, deutlich geschiedene Schichten, bezw. scharf umgrenzte Knollen, wobei die Kontaktpartien des Kalksteines einmal ebenfalls mehr oder minder silifiziert, ein andermal jedoch nicht merklich verändert erscheinen. Hornstein und Chalcedon pflegen lagenweise abgesondert zu sein, oder es werden unregelmäßig knollige Chalcedonpartien ohne scharfe Grenzen von der Hornsteinmasse umhüllt. Selten durchdringen sich die beiden Quarzabarten derart, daß ein Gemenge beider entsteht, wobei aber doch immer noch erkannt werden kann, daß der Chalcedon die erste, der Hornstein eine spätere Bildung ist. Dieser letztere enthält zuweilen gelbe bis bräunliche, 1—5 mm große Dolomitrhomboëder eingeschlossen und das ganze Gestein pflegt von sekundär ausgeschiedenem Kalkspat durchtränkt zu sein, welche jüngste Bildung im porösen Hornstein naturgemäß reichlicher auftritt, als im dichten Chalcedon.

Alle im Kieselgestein eingeschlossenen Versteinerungen sind ebenfalls verkieselt, und zwar sind die Schalen zumeist in Chalcedon verwandelt, an den sich im Innern eine dünne Schicht von kryptokristallinem Quarz anschmiegt. Auf dieser sitzen gewöhnlich 1—4 mm große, scharf ausgebildete Quarz- oder seltener Amethystkriställchen und auf diesen schließlich größere, wasserklare Calcitkristalle. In solcher Weise erscheinen die inneren Höhlungen der Versteinerungen mit den prächtigsten Quarz- und Calcitdrusen ausgekleidet.

Der große Fossilienreichtum gerade in den kieseligen Lagen läßt auf einen kausalen Zusammenhang zwischen beiden Erscheinungen schließen und steht auch mit allen sonstigen Beobachtungen im Einklang, wenn man annimmt, daß die regelmäßige Ablagerung des Kalksedimentes lokal

durch das Zuströmen kieselsäurereicher Wässer unterbrochen wurde, die in einem gewissen Umkreis die Tierwelt abtöteten und in ein kieseliges Sediment einhüllten. Die Ausbrüche der Siliciumwässer können ohne Zwang mit den Diabas- und Porphyreffusionen, welche während der Carbonzeit stattfanden, in Verbindung gebracht werden. Sie hielten jeweils eine Zeitlang an, worauf wieder das Meerwasser von normaler Zusammensetzung und Temperatur die Oberhand gewann, wodurch der Anlass sowohl zum Absatz eines kieseligen Sedimentes als zum massenhaften Absterben der Lebewelt behoben war.

Derartige Unterbrechungen der Ablagerung des Kalksteines müssen sich mehrmals wiederholt haben, entsprechend den mehrmaligen Hornsteineinschaltungen in den Kalkschichten.

Das Wesentliche bei der vorstehenden Erklärung der Entstehung der kieseligen Lagen im Tapajós-Carbon beruht darin, daß dieselben als Bildungen einer und derselben Ablagerungszeit wie die Kalksteine aufgefaßt werden und daß sie somit weder aus Anhäufungen von kieseligen Mikroorganismen (Radiolarien, Schwammnadeln u. dergl.), noch durch eine spätere Silifizierung etwa ursprünglicher Kalksteinschichten entstanden sind. — Der letzteren Annahme widerspräche übrigens schon die Erscheinungsform; und daß kieseligen Tierresten kein bemerkenswerter Anteil an der Zusammensetzung der Hornsteine und Chalcedone zukommt, ergibt sich aus der mikroskopischen Untersuchung. Die Mikroorganismen des Kieselgesteines, soweit sie überhaupt gedeutet werden können, sind jedenfalls hauptsächlich Foraminiferen mit verquarzten Schalen, sie sind aber selten gegenüber anderweitigem, ursprünglich kalkigem organischem Detritus, der nun ebenfalls verkieselt erscheint. Und da auch alle Schalen und Gehäuse der größeren Fossilien in Chalcedon oder Hornstein verwandelt sind, so entsteht die Frage, in welcher Beziehung die Verquarzung der Kalkschalen der Tierreste zum Absatz des kryptokristallinen Kieselsedimentes steht. Nach der Art des Einschlusses der verquarzten Schalen in der Kieselmasse zu urteilen, ist es wahrscheinlich, daß die Pseudomorphosierung der Schalen, d. h. die Verdrängung des Aragonites (Konchites) der Konchylien durch Chalcedon oder Hornstein, erst nach erfolgter Umhüllung der Reste durch die Kieselmasse stattgefunden habe. Deshalb sind auch die Schalen gewöhnlich untrennbar mit dem Gestein verbunden.

Die dunkelgrauen schieferigen Kalke, welche, wie oben erwähnt, linsenförmige Einschaltungen im hellen Kalkstein zu bilden scheinen, pflegen, so wie die kieseligen Schichten, zumeist ebenfalls sehr fossilienreich zu sein, wobei es auffallend erscheint, daß die Schalen der Versteinerungen, wenn sie nicht kalkig blieben, was selten vorkommt, stets in Chalcedon umgewandelt sind, während die tonig-bituminöse Kalksteinmasse selbst aber fast intakt geblieben ist, d. h. vorwaltend aus kohlen-

sauerem Kalk besteht. Offenbar sind diese fossilienreichen Kalke Ablagerungen jener Meeresstriche, in denen die zuströmenden Siliciumwässer zwar hinreichten, eine Mischung zu erzeugen, in welcher die Meerestiere in Menge zugrunde gingen, die aber doch nicht gesättigt genug war, um auch den Niederschlag eines rein kieseligen Sedimentes zu bewirken. Die abgestorbenen Tiere wurden daher zwar von einem kalkigen Sediment umhüllt, aber ihre Schalen konnten doch in Chalcedon umgewandelt werden. Es wird hieraus zugleich wahrscheinlich, daß der Chalcedon eine Ausscheidung aus schwach, der Hornstein aber eine solche aus stärker gesättigten Kieselsäurelösungen vorstellt.

Die kieseligen Schichten sowohl, als die verchalcedonisierten Fossilien aus den dunkeln dünnschichtigen Kalken liefern ein paläontologisches Material von oft wunderbarer Erhaltung. Schon oberhalb, aber namentlich unterhalb der Bom Jardim-Mündung findet man überall im Tapajósalluvium teils versteinerungsreiche quarzige Geschiebe, — von welchen manches für sich allein in buntem Durch- und Übereinander eine kleine Sammlung der Leitfossilien darbietet —, teils einzeln sauber herauspräparierte Versteinerungen zusammen mit Chalcedonbrocken, Achaten, Quarzdrusen, Eisenkieselblöcken, plattigen Roteisenstein- und Limonitgeschieben und zuweilen auch Psilomelannieren. Die allermeisten kieseligen Geschiebe sind in gelblichweißen Kacholong, oder in eine weiße steinmarkartige Masse umgewandelt, an der Oberfläche aber gewöhnlich mit einer eisenschüssigen Rinde bedeckt. Selten ist die Umwandlung in kieseligen Brauneisenstein. Auch die Achatknollen pflegen in Kacholong verwittert zu sein, entweder durch und durch, oder so, daß im Kern noch streifiger Chalcedon erhalten ist. Stückchen dieses letzteren geglüht, zerbersten häufig mit lautem Knall, wahrscheinlich deshalb, weil

---

Erklärung der Versteinerungs-Tafel IV auf S. 159:

1 (84) *Spirifer cameratus* Morton. — 2a, b, c *Spiriferina transversa* Mc Chesney sp. 2a Ventralklappe; 2b Sinus vergrößert; 2c Querschnitt desselben. — 3 *Spirifer rockymontanus* Marcou. — 4a, b, c, d *Spirifer piracanensis* Katzer. 4a Ventralklappe; 4b Reliefumriß derselben; 4c Querschnitt der Sattelpartie vergrößert; 4d Ventralklappe von vorne, die Kardinalarea und das Deltidium zeigend. — 5a, b *Bellerophon sp.* Steinkern: 5a von der Seite; 5b von vorne. — 6a, b *Bellerophon carbonarius* Cox. 6a Seitenansicht; 6b Vorderansicht. — 7a, b *Platyceras nebraskaensis* Meek. 7a Seitenansicht; 7b Vorderansicht. — 8a, b, c *Griffithides tapajotensis* Katzer. 8a Schwanzschild; 8b dasselbe 3mal vergrößert; 8c Querschnitt desselben. — 9a, b *Erisocrinus lóczyi* Katzer. 9a von der Stielseite; 9b Seitenansicht. — 10a, b *Lonsdaleia rudis* White. 10a Stock; 10b Einzelkoralle von oben. — 11a, b *Polypora submarginata* Meek. 11a Fragment in natürlicher Größe; 11b Partie desselben 10mal vergrößert. — 12a, b (95) *Rhombopora lepidodendroides* Meek. 12a Zweigchen; 12b einige Zellen 10fach vergrößert.

Die meisten Abbildungen nach Originalen von Itaituba und Miritituba am Tapajós, sowie vom Bom Jardim- und vom Piracanan-Bach. Wo nicht anders angegeben in natürlicher Größe.

Versteinerungs-Tafel IV.

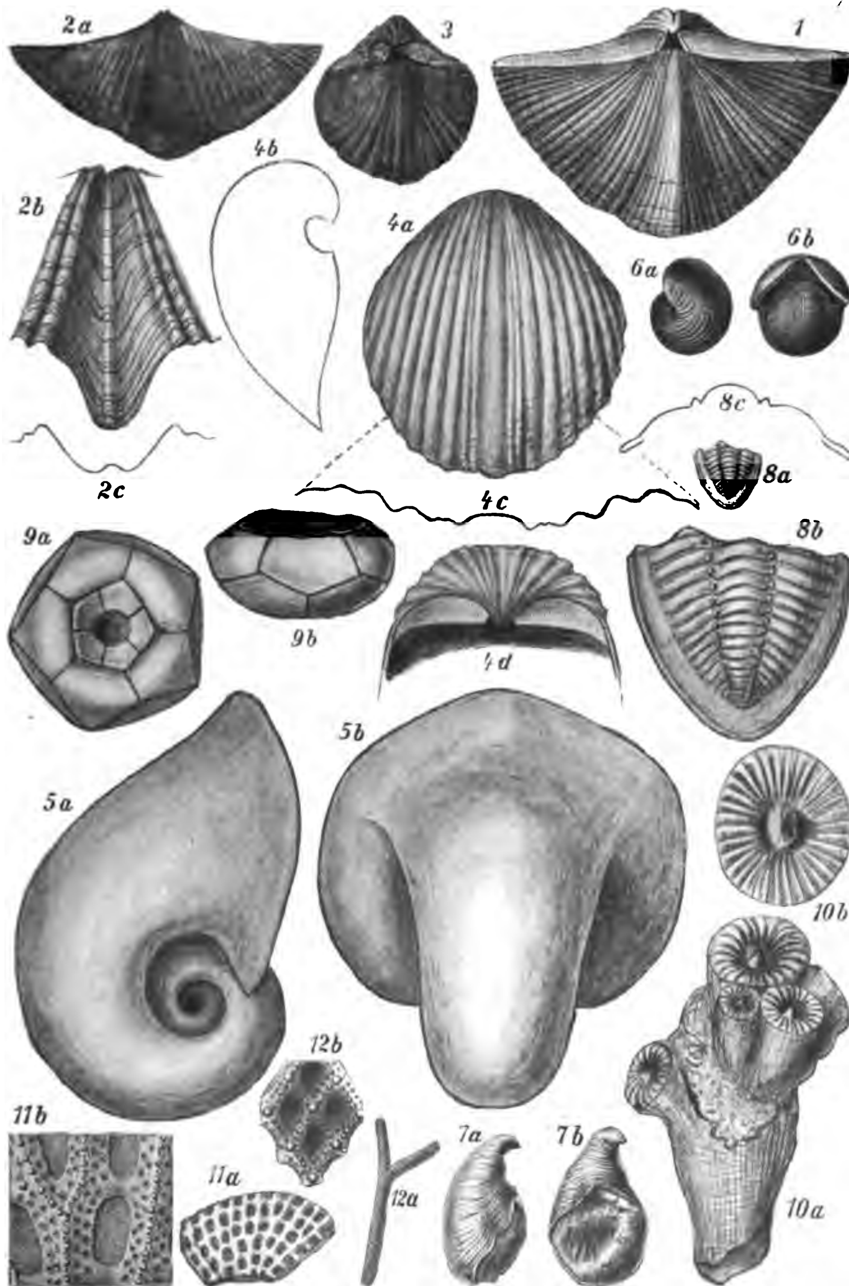


Abb. 84 (1) bis 95 (12): Versteinerungen des jüngsten Carbon im unteren Amazonasgebiete.
(Erklärung auf S. 158.)

sie dünne Lagen von Opal einschließen, die beim Erhitzen heftig verknistern.

Bei tiefstem Wasserstande kann man auf jeder Práia, d. h. angeschwemmten Uferstreifen, entlang des Tapajós die ausgeworfenen kieseligen Fossilien finden, besonders reichlich bei Itaituba selbst und am anderen (rechten) Ufer unterhalb Mirituba bis zur Mündung des Itapacurasinho; ferner von Itaituba abwärts, namentlich unterhalb des Mangal, wo hornsteinführende Kalksteine, völlig identisch mit jenen vom Bom Jardim, aus dem Tapajós aufsteigend, das felsige Ufer bilden. Der Fossilienreichtum dieser letzteren Strandstrecke steht jenem des Bom Jardim-Baches in keiner Weise nach, nur sind die Aufschlüsse minder günstig. Zahlreiche Productiden, darunter die schönsten Exemplare von *Productus amazonicus*, und viele sonstige Brachiopoden, ferner zahlreiche Lamellibranchiaten, große Bellerophonten usw. wurden hier gesammelt. Am Flußgrund selbst sieht man durch die 2—3 m tiefe klare Wasserschicht eine Menge von Versteinerungen. Hornsteine mit prächtigen Calcitdrusen in den Hohlräumen der Konchylien, Kacholongblöcke, Eisenkiesel- und Brauneisensteingeschiebe, ausgewitterte Quarzdrusen usw. finden sich hier ebenso, wie oberhalb Itaituba. Die Lagerung ist fast horizontal.

Weiter abwärts werden die Ufer des Tapajós meist von jungen Bedeckungen gebildet; in Einschnitten und landeinwärts kommt aber das Carbon immer wieder zu Tage. Am Piracanan-Bache treten etwa 3 km vom Tapajós aufwärts in der Nähe des dortigen kleinen Sees Hornsteine auf, die zum Teil nicht mehr als kryptokristallin bezeichnet werden können, weil die Quarzkriställchen, aus welchen sie bestehen, schon mit der Lupe zu unterscheiden sind. Durch Verwitterung werden diese körnigen Hornsteine in eine Art Kristallsandstein mit Kacholongbindemittel, die dichten aber in das gewöhnliche matte feinerdige kacholongartige Zersetzungsprodukt umgewandelt. Einzelne Blöcke lieferten Versteinerungen, namentlich *Productus semireticulatus, Spirifer piracanensis* u. a. m.

Unterhalb der Piracanan-Mündung folgen stellenweise am rechten, hauptsächlich aber am linken Tapajósufer mehr isolierte Kalksteinentblößungen, in welchen an einigen Punkten kleine Steinbrüche angelegt sind. Kieselige Einschaltungen sind hier seltener, aber wo sie sich vorfinden, macht sich in ihnen stets auch ein größerer Fossilienreichtum bemerkbar, während in den Kalksteinen selbst Versteinerungen selten sind. Die schönsten Aufschlüsse finden sich in der Nähe von Urucurituba, wo das wesentlich aus horizontalen Kalkbänken, die mit dünnblätterigem Kalkschiefer und rotbraunen sandigen Schichten wechsellagern, aufgebaute Tapajósufer stellenweise oberhalb des Ortes auf 15—20 m ansteigt. Fossilien sind hier selten und scheinen sich auf wenige Productiden und Bellerophonten zu beschränken. Die Carbonschichten werden von jung-

tertiärem feinkörnigem weißem mürbem und leicht zerreiblichem Quarzsandstein und roten sandigen Tonen bedeckt.

Von Brazilia Legal abwärts kommen, wie schon oben erwähnt wurde, am Hauptstrome nirgends mehr Carbongesteine zu Tage; in der Talrinne des einzigen größeren Zuflusses des unteren Tapajós, nämlich des Rio Cuparý oberhalb Aveiros, treten sie jedoch auf. Sie bestehen dort ebenfalls vornehmlich aus Kalksteinen, welche nach H. H. Smith (L. 33) hauptsächlich in der Gegend von Ipapichuna im Fluß und an seinen Ufern Klippen bilden und stellenweise Versteinerungen (*Productus, Streptorhynchus* usw.) enthalten. Unterlagert werden die Kalke anscheinend von Sandsteinen, die mehrfach von Diabasen durchbrochen werden und ihrerseits schwarzen Tonschiefern mit Pyritausscheidungen aufliegen. Diese schwarzen Schiefer, welche mit jenen am Itapacurá assú identisch sind, gehören schon dem Devon an. Sie wurden von Laien für Steinkohlen angesehen (L. 62), worauf die Sage von dem Kohlenreichtum des Rio Cuparý zurückzuführen ist.

Die reiche Fauna des Tapajós-Carbon muß als einheitlich aufgefaßt werden, entsprechend der oben dargelegten Bildungsweise der kieseligen Einschaltungen, welche darnach nur lokale und zeitweilige Unterbrechungen des Absatzes des Kalksedimentes durch kieselsäurereiche Niederschläge vorstellen. Die gesamte Schichtenreihe des Tapajós gehört einer und derselben geologischen Bildungszeit an und die Fauna der Hornsteine sowohl als der dunklen Kalkschichten mit den verchalcedonisierten Fossilien ist im Vergleich mit jener der reinen Kalksteine nur mehr konzentriert, sonst aber mit ihr identisch.

Vertreten sind in der Fauna hauptsächlich Korallen, Crinoiden, Bryozoën, Brachiopoden, Lamellibranchier und Gastropoden, nebst spärlichen Foraminiferen, Asterozoën und Trilobiten. Die reichste Entfaltung weisen die Brachiopoden auf, welche von O. A. Derby (L. 13) in ausgezeichneter Weise beschrieben wurden, während die übrigen Fossilien noch sehr unvollkommen bekannt sind. Derby (L. 31) hat auch ein Verzeichnis der gesamten Fauna geliefert, welches durch die weiter unten folgenden Aufzählungen teilweise ergänzt wird. Er parallelisiert das Tapajós-Carbon mit den Upper coal measures der westlichen Staaten Nordamerikas (Missouri, Arkansas, Jowa, Illinois). W. Waagen*) hingegen, nach dessen Ansicht übrigens ein Teil der marinen Coalmeasures Nordamerikas dem unteren Perm Europas gleichzustellen sei, hat das ganze marine Tapajós-Carbon als Perm aufgefaßt. Es sei gleich alt wie die Sandsteine von Nebraska city und jünger als die Artinsk-Stufe Rußlands und entspräche etwa dem mittleren und oberen Productuskalk der Salt-Range, bezw. dem Rotliegenden Europas.

*) Salt-Range Fossils. Vol. IV. Palaeontol. Indica 1889, p. 204.

Die letztere Annahme ist jedenfalls unhaltbar, da die paläontologische Verwandtschaft des Tapajós-Carbon mit den Schwagerinenkalken des Ural, bezw. dem ganzen obersten Obercarbon Rußlands nach den äußerst instruktiven Darstellungen Th. Tschernischews*) doch zu ausgesprochen ist, um unberücksichtigt bleiben zu können. Die bei Itaituba so häufigen Versteinerungen: *Spir. condor* (sehr nahe verwandt oder identisch mit *Spir. musakheilensis* Dav., *Sp. poststriatus* Nik., *Sp.* cf. *duplicicosta* v. Lóczy**), *Seminula argentea, Cleiothyris royssii, Productus semireticulatus, Prod. cora, Pinna peracuta, Lophophylum* cf. *proliferum* usw. sind geradezu leitend für das oberste Carbon Nordamerikas und Europas. Allerdings gesellen sich in der Tapajósfauna Formen dazu, welche ihr einen permischen Anstrich verleihen, wie *Strophalosia cornelliana, Prod. wallacianus* (aus der Gruppe des *Prod. opuntia* Waag.), mehrere *Bakewellia*- und *Schizodus*-Arten, *Polycoelia* u. a., aber ähnliche Erscheinungen machen sich auch überall anderwärts in den Grenzschichten des Carbon gegen das Perm geltend. Es gehören somit die fossilienführenden Tapajósschichten wesentlich dem obersten Carbon an. Nur um das Hinüberneigen der Fauna in den permischen Charakter zum Ausdruck zu bringen, können sie als permocarbonisch bezeichnet und mit Rücksicht auf diese paläontologische Erscheinung etwa der Schwagerinen-, eventuell auch noch Artinskstufe Rußlands, dem unteren Productuskalk Indiens***) und der Loping-Stufe Chinas gleichgestellt werden. Und da alle übrigen fossilienführenden jungpaläozoischen Ablagerungen des unteren Amazonasgebietes jenen am Tapajós entsprechen, so gehören auch sie dem obersten Carbon bezw. Permocarbon an.

Die gegenwärtig vom Tapajós bekannten Versteinerungen sind die folgenden:

Protozoa:

Foraminifera:

Fusulina sp. (sehr selten bei Itaituba).

---

*) Vergl. Allgem. geolog. Karte von Rußland. Blatt 139. Mém. du Com. Géolog. Vol. III. Nr. 4. — VII. Congr. géol., St. Petérsbourg, Nr. III und XVI: A partir de la ville d'Oufa jusqu'au versant oriental de l'Oural. 1897. — Le bassin du Donetz. 1897.

**) L. v. Lóczy: Beschreibung der fossil. Säugetier-, Trilobiten- und Molluskenreste und paläont.-stratigr. Resultate der Reise des Gf. Béla Széchenyi in Ostasien 1877–1880. Budapest 1898, p. 88, Taf. III.

***) Wenn es richtig ist, daß, wie F. Noetling (Beiträge zur Geologie der Salt-Range, N. Jahrb. f. Min., Geol. etc., Beilagebd. XIV, 1901, p. 442) angibt, nicht der geringste Grund bestehe, den unteren Productuskalk für älter anzusehen als den deutschen Zechstein, dann dürfte das Tapajós-Carbon mit ihm allerdings nicht parallelisiert werden. Es scheint aber, daß das Alter des indischen Productuskalkes neuestens teilweise doch zu hoch angesetzt wird.

Coelenterata:

Anthozoa:

Polycoelia sp.
Zaphrentis sp. Häufig.
Lophophyllum sp. (Loph. proliferum Mc Ches. sp. var.) Häufig.
Campophyllum sp.
Clisiophyllum sp.
Lonsdaleia rudis White (Taf. IV, Abb. 10). Häufig.
Michelinia sp.
Aulopora sp.
Monticulipora sp.
Fistulipora cf. *nodulifera* Meek.
Rhombopora lepidodendroides Meek (Taf. IV, Abb. 12).
Rhombopora sp.
Stenopora sp.

Echinodermata:

Crinoidea:

Erisocrinus lóczyi Katzer (Taf. IV, Abb. 9).
Cyathocrinus sp. indet. (Stielglieder).

Asterozoa:

Archaeocidaris sp.
Eocidaris cf. *hallianus* Geinitz.

Molluscoidea:

Bryozoa:

Fenestella sp.
Polypora submarginata Meek (Taf. IV, Abb. 11).
Polypora sp.
Ptilodicta cf. *carbonaria* Meek.
Synocladia cf. *biserialis* Swallow.
Glauconome cf. *trilineata* Meek.
Gen. et sp. indet.

Brachiopoda*):

Discina cf. *missouriensis* Shumard.
Discina sp.
Crania sp.
Rhipidomella penniana Derby sp. (Taf. VI, Abb. 9). Häufig.
Orthotichia morganiana Derby sp. (Taf. V, Abb. 6). Häufig.
Orthotichia pocchi Katzer (Taf. V, Abb. 7).
Orthothetes tapajotensis Derby sp. (Taf. VI, Abb. 5). Häufig.

*) Die Synonymik hält sich fast ausschließlich an Charl. Schucherts vorzügliche Synopsis of Americ. fossil Brachiopoda. Bullet. U. St. Geol. Surv. Nr. 87, Washington 1897.

Streptorhynchus hallianus Derby (Taf. VI, Abb. 6). Sehr häufig.
Derbya correana Derby sp. (Taf. VI, Abb. 7).
Chonetes amazonicus Derby (Taf. VI, Abb. 8).
Chon. glaber Gein.
Strophalosia cornelliana Derby (Taf. VI, Abb. 4).
Productus wallacianus Derby (Taf. VI, Abb. 3).
Prod. clarkeanus Derby (= ? *Prod. pertenuis* Meek).
Prod. nebraskaensis Owen (?).
Prod. amazonicus Katzer (Taf. VII, Abb. 1). Häufig.
Prod. semireticulatus Martin (Taf. VI, Abb. 1). Sehr häufig.
Prod. chandlessi Derby (=? *Prod. peruvianus* d'Orb. Taf. VII, Abb. 3).
Prod. batesianus Derby (Taf. VI, Abb. 2). Häufig.
Prod. rhomeanus Derby.
Prod. lineatus Waagen (Taf. VII, Abb. 2).
Prod. cora d'Orbigny.
Spirifer cameratus Morton (Taf. IV, Abb. 1). Sehr häufig.
Sp. condor d'Orbigny (Taf. V, Abb. 1). Sehr häufig.
Sp. rockymontanus Marcou (Taf. IV, Abb. 3; Taf. V, Abb. 2).
Sp. piracanensis Katzer (Taf. IV, Abb. 4).
Spiriferina transversa Mc Chesney (Taf. IV, Abb. 2; Taf. V, Abb. 3).
Spirif. spinosa Norwood u. Pratten (Taf. VI, Abb. 13).
Reticularia perplexa Mc Chesney sp. (Taf. VI, Abb. 11).
Ambocoelia planoconvexa Shumard sp.
Hustedia mormoni Marcou sp. (Taf. VI, Abb. 10).
Seminula argentea Shepard sp. (Taf. V, Abb. 4). Sehr häufig.
Cleiothyris royssii Léveillé sp. (Taf. V, Abb. 5). Sehr häufig.
Spirigera sp.

Erklärung der Versteinerungs-Tafel V auf S. 165:

1a, b (96) *Spirifer condor* d'Orb. 1a Ventralansicht; 1b von der Schloßseite. — 2 *Spirifer rockymontanus* Marcou. Ventralklappe, breite Form. — 3 *Spiriferina transversa* Mc Chesney. Schloßseite eines Exemplares mit hoher Area. — 4a, b *Seminula argentea* Shepard sp. (*Athyris subtilita* aut.) 4a Ventralklappe; 4b desgleichen geöffnet, mit Armspirale. — 5a, b, c *Cleiothyris royssii* Léveillé. 5a Ventralklappe eines sehr breiten Exemplares. Der teilweise entblößte Steinkern zeigt die Muskel- und Zahneindrücke. 5b Dorsalansicht einer breiten, 5c Ventralansicht einer langen globosen Form. — 6a, b, c, d, e, f *Orthotichia morganiana* Derby sp. 6a Ventralansicht eines großen Exemplares; 6b Dorsalansicht eines kleineren und flacheren Exemplares; 6c Seitenansicht von 6a; 6d Steinkern, 6e Inneres einer Ventralklappe mit ausgeprägter Mittelleiste; 6f die sehr zarte, flache Schalenrippung 10mal vergrößert. — 7a, b, c, d *Orthotichia poechi* Katzer. 7a Ventralklappe; 7b dieselbe von der Schloßseite; 7c Seitenansicht; 7d Querschnitt der Schalenrippung in 10facher Vergrößerung. — 8a, b, c (103) *Dielasma itaitubense* Derby sp. 8a Ventral-, 8b Dorsal-, 8c Seitenansicht.

Die Mehrzahl der Abbildungen nach Originalen von Miritituba am Tapajós. Alle, außer 6f und 7d, in natürlicher Größen.

Versteinerungs-Tafel V.

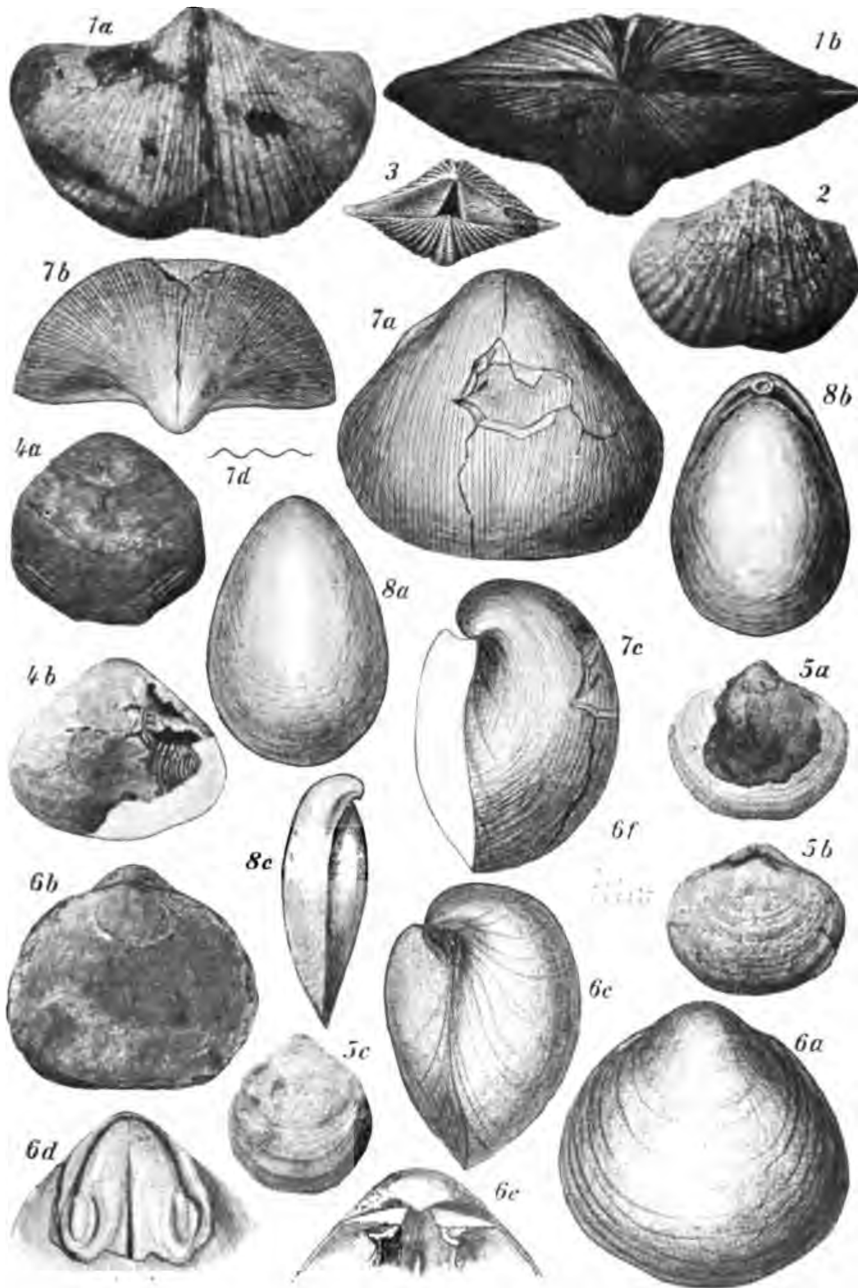


Abb. 96 (1) bis 103 (8): Brachiopoden des jüngsten Carbon im unteren Amazonasgebiete.
(Erklärung auf S. 164.)

Camarophoria sp.
Rhynchonella pipira Derby.
Terebratula (Zugmeyeria) sp.
Dielasma itaitubense Derby sp. (Taf. V, Abb. 8). Häufig.
Harttina coutinhoana Derby sp.

Mollusca:

Lamellibranchiata:

Avicula cf. *longa* Geinitz.
Av. sp. (mehrere Arten).
Posidonomya sp.
Aviculopecten occidentalis Shumard sp. (Taf. VIII, Abb. 3).
Av. sp. (mehrere Arten).
Av. (Streblopteria?) hertzeri Meek.
Pernopecten cf. *aviculatus* Swallow sp.
Lima retifera Shumard (Taf. VIII, Abb. 7).
Bakewellia cf. *bicarinata* King.
B. cf. *parva* Meek u. Hayden.
Pinna peracuta Shumard.
Myalina kansasensis Shumard.
Myal. sp.
Macrodon cf. *tenuilineatus* Meek u. Worthen.
Macrodon sp.
Schizodus cf. *wheeleri* Swallow sp. (Taf. VIII, Abb. 2).
Sch. cf. *rossicus* de Verneuil.
Pleurophorus cf. *tropidophorus* Meek.
Pl. sp.
Astartella sp.
Conocardium sp.
Solenopsis sp.
Chaenomya sp.
Sedgwickia sp.
Edmondia sp.
Solenomya sp.
Allorisma subcuneata Meek u. Hayden (Taf. VIII, Abb. 1).
All. sp.

Scaphopoda:

Dentalium sp.

Gastropoda:

Polyphemopsis sp.
Loxonema sp. (mehrere Spezien).
Aclis sp.

Platyceras nebraskaensis Meek (Taf. IV, Abb. 7).
Naticopsis nana Meek u. Worthen.
Nat. sp.
Euomphalus cf. *pentangulatus* Sowerby.
Eu. sp. (mehrere Spezien).
Murchisonia sp. (mehrere Spezien).
Pleurotomaria speciosa Meek u. Worthen.
Pl. cf. *marcouana* Geinitz.
Pl. cf. *conoides* Meek u. Worthen.
Pl. cf. *subdecussata* Geinitz.
Pl. cf. *depressa* Cox.
Pl. sp. (mehrere Arten).
Bellerophon (Euphemus) carbonarius Cox (Taf. IV, Abb. 6).
B. crassus Meek u. Worthen.
B. sp. (mehrere Spezien, darunter eine große Art, deren Steinkerne (Taf. IV, Abb. 5) im hellen Kalkstein und im Hornstein von Bom Jardim häufig sind.)

Cephalopoda:

Orthoceras cf. *cribrosum* Geinitz. Piracanan.
Orthoc. sp. (Hartt test. aus den Schiefern von Barreirinha).

Arthropoda:

Trilobitae:

Phillipsia cf. *major* Shumard.
Griffithides tapajotensis Katzer (Taf. IV, Abb. 8).

Eruptivgesteine treten im Tapajósgebiete an zahlreichen Orten auf. Es sind hauptsächlich Diabase, Porphyre und Melaphyre, von welchen die letzteren die jüngsten sind. Die Porphyre scheinen echte Carbongesteine zu sein, d. h. ihre Eruptionszeit fällt wahrscheinlich mit dem Absatz der kieselsäurereichen Sedimente (Hornsteine) des obersten Carbon (vergl. S. 154 ff.) zusammen. Die Diabase dürften zum Teil dem Devon angehören, insbesondere jene, welche von Schalsteintuffen begleitet werden. Bei der Unmöglichkeit, eine Trennung nach dem Eruptionsalter konsequent durchführen zu können, seien sie jedoch hier gleich mitbesprochen.

Die nördlichsten, gegenwärtig bekannten Vorkommen von Diabasen sind jene am Rio Cuparý oberhalb Aveiros. Es sind vornehmlich feinkörnige bis dichte Gesteine von schwarzgrüner, im zersetzten Zustande hell grünlichgrauer Farbe, welche im Bereiche der dortigen Devonablagerungen Ströme und Gänge bilden.

Südlicher werden die Carbonablagerungen auf der linken Seite des Tapajós von stromartigen Diabas- und Melaphyrmassen bedeckt, welche in der Nordlehne des Piracanantales unzulänglich aufgeschlossen sind

Die Gesteine sind grünschwarz, teils dicht, teils körnig, zumeist pyritreich.

Weiter stromaufwärts trifft man ähnliche Eruptivgesteine anstehend erst wieder am Maranhãosinho-Fall, wo an Porphyr sich anlehnende metamorphosierte quarzitische Gesteine von dichtem Melaphyr durchbrochen werden, in welchem Gänge von porphyrischer Struktur aufsetzen.

Beim Apuhý-Fall tritt körniger Diabas auf, welcher mit Schalsteinen in Verbindung steht. Auch weiter aufwärts sind Diabase und Melaphyre, zu welchen sich auch gabbroartige Gesteine und Diorite gesellen, sehr verbreitet, wie aus den Geschieben dieser Felsarten, die man unterhalb der Fälle findet, geschlossen werden muß. Auch metamorphe Gesteine, offenbar aus Kontakthöfen von Tonschiefern am Diabas, nämlich Spilosite und Adinole, kommen vor, da alle diese Gesteine von den Mundurucú-Indianern zur Anfertigung von Steinbeilen und Hämmerchen (Ziergegenstände und Kinderspielzeug) verwendet werden und wohl sicher aus der Talrinne des Tapajós stammen. Einige dieser Steinerzeugnisse sind petrographisch untersucht worden (L. 67); über die näheren geologischen Verhältnisse des Vorkommens der betreffenden Grünsteine ist jedoch dermalen noch nichts bekannt.

Porphyre scheinen am Tapajós nur von den unteren Katarakten aufwärts verbreitet zu sein. Im Bereiche der unteren Kataraktenreihe beginnen sie oberhalb des Maranhão-Grande-Falles und erstrecken sich von hier mit Unterbrechungen bis zum Maranhãosinho. Die Inseln, welche von den Des Fornos-Schnellen bis unterhalb des Maranhão-Grande den Strom in Arme teilen, bestehen daraus, ebenso wie die steilen Lehnen des rechten und die Hügelzüge des linken Ufers. Die Porphyre bilden teils durch Erosion zerstückelte, teils von Sedimentschollen bedeckte Ströme, welche Apophysen aussenden, aber selten eigentliche Gänge. Die petrographische Beschaffenheit ist ziemlich verschieden. Die meisten Abarten besitzen eine blaßrote, graurote bis ziegelrote Grundmasse, in welcher die Feldspat- und Quarzeinsprenglinge von bald winziger, bald ansehnlicher Größe, mehr oder minder reichlich eingebettet liegen. Die großen Orthoklaseinsprenglinge sind gewöhnlich intensiv rot, die kleinen gelblich gefärbt. Die Quarzeinsprenglinge zeigen oft deutliche Dihexaëderform mit abgerundeten Kanten und nehmen manchmal so überhand, daß sich sandsteinähnliche Kristallporphyre entwickeln. Felsitische Abarten kommen dagegen fast gar nicht vor. In Geschieben fanden sich auch Pechsteinporphyre, sowie quarzfreie Hornblendeorthophyre, über deren geologische Verhältnisse wir gegenwärtig noch keine Kenntnis besitzen. (Vergl. das Profil Abb. 79).

Vom Tapajós nach Osten scheint die Erstreckung des Carbon nur eine beschränkte zu sein, weil in der Talrinne des nächsten großen Amazonaszuflusses, des Xingú, Ablagerungen dieses Systemes bis jetzt

nicht bekannt geworden sind. Allerdings hat Derby, gestützt auf Angaben D. Ferreira Pennas, die dunklen Tonschiefer, welche in der großen Schlinge des Flusses unterhalb der Fälle stellenweise zu Tage kommen und über welche schon Kletke (L. 6) berichtet, zum Carbon einbezogen, wofür es jedoch an zureichenden Gründen mangelt. Die unmittelbare Überlagerung des Archäikums durch diese Tonschiefer und ihr Verband mit schieferigen Schalsteinen läßt im Gegenteil auf ein höheres Alter schließen. Wir zählen sie zum Devon.

Auch noch weiter östlich, im Bereich des Araguaya-Tocantins, sind carbonische Ablagerungen bis jetzt noch nicht nachgewiesen. Dieser Fluß gehört in geographischer Hinsicht zu den bestbekannten des Amazonasgebietes, aber geologisch ist bloß sein Unterlauf von der Mündung bis herauf zum Guariba-Falle durch Ch. F. Hartt (L. 21) einigermaßen erforscht. Bezüglich der Stromstrecke vom Guariba aufwärts finden sich einzelne geologische Bemerkungen in P. Ehrenreichs Reisebeschreibung*) und ein Werk H. Coudreaus**) enthält mehrere Abbildungen, welche dem mit den geologischen Verhältnissen an anderen Zuflüssen des Amazonas Vertrauten einige Aufklärung zu bieten imstande sind. Im ganzen genommen ist aber unser dermaliges positives Wissen vom geologischen Aufbau des Araguaya und Tocantins noch überaus gering.

Die jedenfalls paläozoische Schichtenreihe, in welche der Strom vom Guariba-Falle bis Pedreneiras unterhalb Alcobaça eingeschnitten ist, wurde von Hartt für metamorphosiertes Silur erklärt und es liegt zur Zeit kein Anhalt vor, sie anders zu deuten. Sie erstreckt sich nach oben bis zu den Itaboca-Fällen, welche ebenso wie die noch weiter aufwärts folgenden unteren Tauirý-Katarakte von einem Massengestein, wahrscheinlich Granit, gebildet werden, welches hier den Strom in einer etwa 60 km breiten Zone überquert. Im Süden lagern sich an dieses Massengestein abermals Schichtgesteine an, welche die oberen Tauirý-Fälle bilden und bis über die Mündung des Itacayúna hinaus ziemlich dieselbe Beschaffenheit zu besitzen scheinen, wie die Guaribaschichten. Denn diese letzteren bestehen nach Hartt aus einer Wechselfolge von Schiefern, Quarziten und Kalksteinen, welche bei gelindem nordöstlichem Einfallen dammartig quer über den Strom streichen. Dasselbe gilt von den ausgezeichnet geschichteten (quarzitischen?) Gesteinen, welche die oberen Tauirý-Katarakte bilden und in der Bocca do Tauirý wallartig aus der Flut aufragen (Abb. 104). Sie scheinen vom Granit ab nach

*) Beiträge zur Geographie Zentral-Brasiliens. II: Der Araguaya und der untere Tocantins. Zeitschrift d. Ges. f. Erdkunde. Berlin, XXVII, 1892. (Mit Karte.)

**) Voyage à Itaboca et à l'Itacayuna. Paris 1898. — Die frühere Schrift: Voyage au Tocantins-Araguaya. Paris 1897, bietet dagegen in dieser Hinsicht kaum etwas Brauchbares.

Südosten einzufallen. Weiter südlich in der Nähe der Mündung des Itacayúna besteht eine Partie dieser Schichten nach P. Ehrenreich aus einer Wechselfolge von blaugrauen und weißen, von dünnen Hornsteinlagen durchschossenen Kalksteinen, deren graue Bänke zahlreiche schwarze Konkretionen einschließen. Dieser petrographische Charakter erinnert zwar sehr an die Gesteinsbeschaffenheit des Carbonsystemes, um so mehr, als anderwärts im unteren Amazonasgebiete weder im sicheren Silur noch im Devon Kalksteine entwickelt sind; aber anderseits machen es die Verhältnisse im Norden des Amazonas und am Xingú auch wahrscheinlich, daß das Carbon den letzteren Fluß wirklich nicht überschreitet. Künftige Forschungen werden hierüber Klarheit zu schaffen haben.



Abb. 104. Felsinseln in der Bocca do Tauirý des Tocantins.
(Möglicherweise carbonische Hornstein?- oder Quarzit?-Schichten.)

Vom Tapajós nach Westen breiten sich die Carbonschichten über die Grenze unseres Gebietes in vollkommen identischer Entwicklung bis gegen den Madeira-Strom aus, welchen sie aber nicht erreichen. Vom Maué assú, einem aus den Quellbächen Parauarý und Amaná entstandenen Zufluß des Ramós-Paranás, welcher den Madeira mit dem Amazonas verbindet, sind durch Chandless von Pedra do Barco (am Parauarý) und von Frechal (am Amaná) versteinerungsreiche Kalksteine mitgebracht worden, die eine Brachiopodenfauna von 16 Arten nebst zwei Gastropoden *(Euomphalus, Pleurotomaria)* lieferten. Die bezeichnendsten dieser Fossilien sind: *Rhipidomella penniana*, *Orthotichia morganiana*, *Orthothetes tapajotensis*, *Chonetes glaber*, *Productus chandlessi*, *Prod. wallacianus*, *Prod.* cf. *punctatus* Mart., *Spirifer cameratus*, *Spir. rockymontanus*, *Spiriferina transversa*, *Reticularia perplexa*, *Seminula argentea* und *Cleiothyris royssii*. (L. 13 und 31.)

Nördlich vom Amazonas sind Carbonablagerungen ebenfalls schon im Nachbarstaate Amazonas entwickelt, wo sie östlich vom Rio Negro von den Flüssen Urubú, Uatuma und Jatapú durchbrochen werden, um dann über den Nhamundá in den Staat Pará herüberzusetzen. Sie ziehen in diesem in einer Zone über den Trombetas ostwärts bis in die Gegend von Prainha, zum Teil in mannigfaltigerer Entwicklung als am Tapajós.

Die genannten westlichsten Vorkommen des Carbon sind von Barbosa Rodrigues im Jahre 1875 zuerst erwähnt worden, leider in der bei diesem Autor in geologischen Dingen üblichen konfusen Weise. Vom Nhamundá erhielt ich durch meinen Freund Paul Le Cointe einige Gesteinsstücke, die mich in die Lage versetzen, ein wahrscheinliches Bild des Paläozoikums an diesem Grenzflusse des Staates Pará zu entwerfen.

Von der Mündung des Pitinga, eines linken Seitenbaches des Nhamundá, stammen Kalksteinblöcke mit Fossilien. Von diesen konnten bestimmt werden:

Productus semireticulatus Mart. (mehrere Exempl. — Vergl. Taf. VI, Abb. 1).
Prod. lineatus Waag. (Taf. VII, Abb. 2).
Prod. nebraskaensis Owen.
Pleurotomaria sp. (winzige Formen).

Es ist somit ein richtiger Productuskalk, über dessen Übereinstimmung mit jenem vom Tapajós kein Zweifel obwalten kann.

Der Kalkstein, in welchem *Prod. lineatus* Waag. liegt, ist etwas verschieden von den übrigen Kalksteinstücken. Diese sind körnig bis halbkristallinisch, von rötlichgrauer Farbe und enthalten hier und da kleine Nester von wasserklarem Calcit. Der erstere Kalkstein dagegen ist dunkler grau, dichter, mehr mergelig, mit eingesprengten weißen Kalkspatkörnchen. Beide Kalkabarten sind biogenen Ursprunges und bestehen u. d. M. zur Gänze aus organischem Detritus, der selbst zum größten Teil kalkig ist und durch eine kristallinisch-körnelige Grundmasse verbunden wird. Die gröberen Fossilien sind darin meist noch mit der Schale erhalten. Die Analyse des lichteren körnigen Kalkes ergab:

Kalkcarbonat	95.20 %
Magnesiacarbonat	Spur
Eisencarbonat	0.89 „
Unlöslich (Tonsilikat)	3.56 „
	99.65 %.

Es ist möglich — und eine Bemerkung von Barbosa Rodrigues (L. 37) würde vielleicht so zu deuten sein —, daß diese Kalke schon

unterhalb des Pitinga anstehen. Flußaufwärts ziehen sie bestimmt bis zur Mündung des rechtsseitigen Zuflusses Igarapé grande do Maçauarý, in dessen Nähe sie die hohen Ufer aufbauen und wo daraus zeitweilig Kalk gebrannt werden soll.

Oberhalb des Macauarý beginnen alsbald die Stromschnellen und Wasserfälle, welche in großer Anzahl in rascher Folge hintereinander den Fluß überqueren*), jedoch meist nur geringe Absenkungen des Flußniveaus bewirken. Etwas unterhalb des Travessão da Lageda stehen dünnschichtige, fast dichte quarzitische Sandsteine an, die wahrscheinlich dem Devon angehören. Die Reihe der weiter aufwärts folgenden Stromschnellen (Cach. grande, Cach. comprida, Cach. dos quatros Travessãos) scheint durch dieselben und ähnliche gebankte quarzitische Schichten bewirkt zu werden, die teilweise wohl auch das Silur vertreten.

Oberhalb der Cach. da Prainha soll roter Syenit anstehen.

Besser bekannt ist das Carbon am Trombetas. Dieser Strom wird von verhältnismäßig hohen, aber meist schmalen Uferwällen eingeschlossen, jenseits welcher sich Seen und Lagunen ausbreiten, die mit ihm durch Kanäle verbunden sind. Manche dieser Seen sind wohl Altwasserrinnen, was insbesondere vom langgestreckten Lago Grande de Arapecú gilt. Unweit oberhalb der unteren Einmündung dieses „Sees" in den Trombetas beginnt fossilienführendes Carbon und erstreckt sich von hier aufwärts bis etwa zum Lago de Jacaré auf eine Distanz von mehr als 60 km. Fast alle unsere diesbezüglichen Kenntnisse verdanken

*) Vergl. H. Coudreau: Voyage au Yamunda. Paris 1899. (Mit Karte.)

Erklärung der Versteinerungs-Tafel VI auf S. 173.

1a, b (105) *Productus semireticulatus* Mart. Rücken- und Seitenansicht eines beschalten Exemplares. — 2a, b, c *Productus batesianus* Derby. 2a Ventralklappe breite Form; 2b schmale Form; 2c Steinkern der Ventralklappe mit Muskeleindrücken von der Schloßseite. — 3 *Productus wallacianus* Derby. Dorsalansicht. — 4a, b *Strophalosia cornelliana* Derby. Zwei Ventralklappen, 4b mit gut erhaltenen Stacheln. — 5a, b *Orthotetes tapajotensis* Derby sp. 5a Ventralklappe; 5b Dorsalansicht eines sehr regelmäßigen Exemplares. — 6a, b, c *Streptorhynchus hallianus* Derby. 6a Dorsalansicht; 6b Unsymmetrische Ventralklappe; 6c Inneres derselben: *D* Deltidium, *t* Zahn, *r* Oeffnungsmuskeleindrücke, *a* Schließmuskeleindruck. — 7 *Derbya correana* Derby sp. Steinkern eines Bruchstückes der Bauchklappe mit Eindrücken der Öffnungsmuskeln *r* und der Mittelleiste *s*. — 8 *Chonetes amazonicus* Derby. Bauchklappe. — 9a, b, c *Rhipidomella penniana* Derby sp. 9a Rückenklappe; 9b Ventralansicht; 9c Inneres einer Rückenklappe. — 10a, b *Hustedia mormoni* Marcou sp. von der Rücken- und Bauchseite. — 11a, b *Reticularia perplexa* Mc Chesney sp. von der Rücken- und Bauchseite. — 12 *Rhynchonella pipira* Derby. Bauchklappe. — 13 (117) *Spiriferina spinosa?* Norwood u. Pratten. Bauchklappe.

Die meisten Abbildungen nach Derby, Hall u. Clarke; 1, 5b, 8, 10 nach Originalen, letztere aus den Hornsteingeschieben von Miritituba, 1 aus den hellen Kalken vom Bom Jardim-Bach. Alle Abbildungen in natürlicher Größe.

Versteinerungs-Tafel VI.

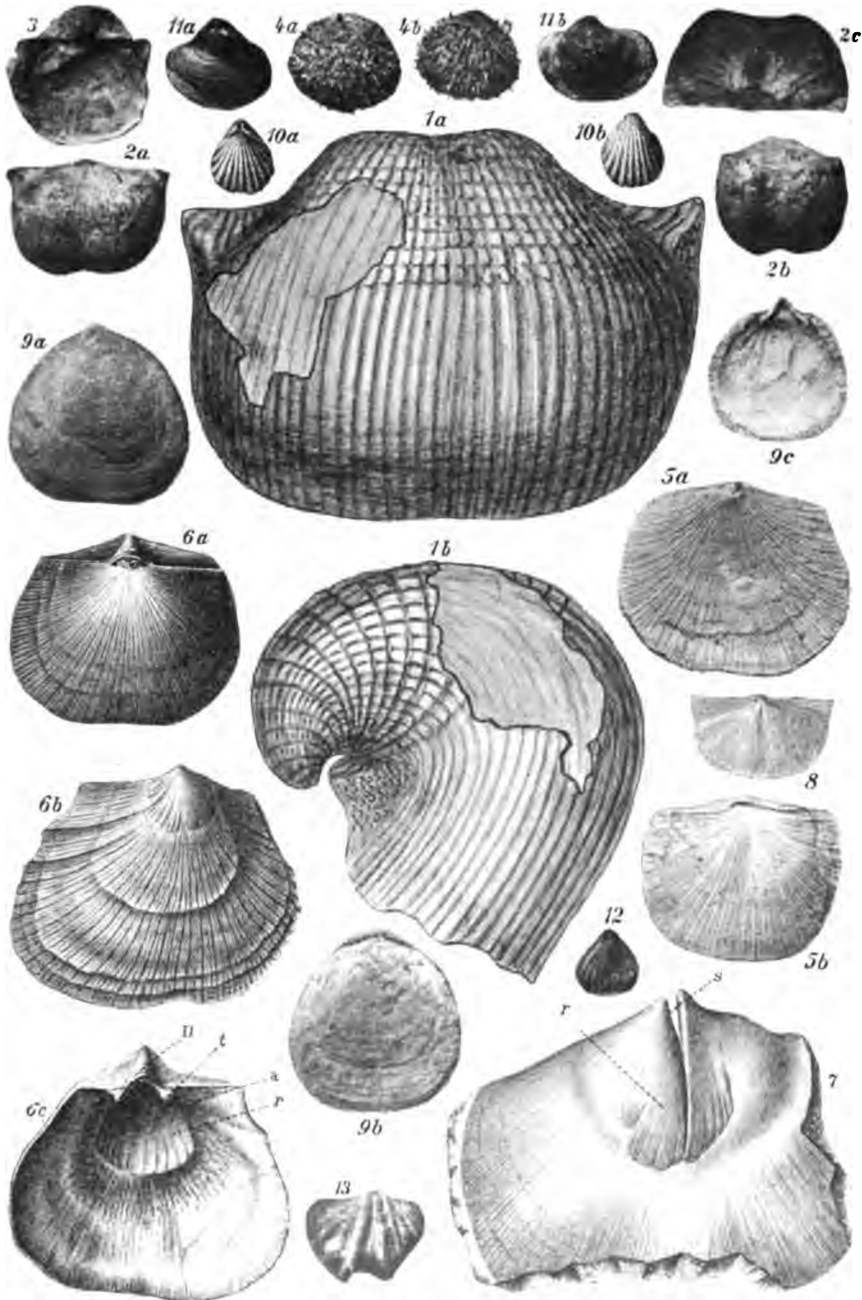


Abb. 105 (1) bis 117 (13): Brachiopoden des jüngsten Carbon im unteren Amazonasgebiete. (Erklärung auf S. 172).

wir dem Forschereifer O. A. Derbys, dessen Darstellung (L. 28, 29, 31) hier in den Einzelnheiten gefolgt wird, während in der Altersdeutung gewisser Schichten seiner Auffassung nicht immer zugestimmt werden kann.

Am unteren Ende des Arapecú sind die Ufer bedeckt mit Hornstein- und Kacholonggeschieben von ähnlicher Beschaffenheit wie am Tapajós und teilweise ebenso reich an Versteinerungen einiger auch dort vorkommender Arten, namentlich kleiner Brachiopoden, Crinoidenstiele und Korallen. Nahe der Mitte seiner Längserstreckung ragt von Norden in den See eine Landzunge, genannt Ponta Diamante, hinein, die hauptsächlich aus einem dunklen intrusiven Massengestein, wohl Diabas oder Augitporphyrit, gebildet wird, welcher Schiefer und Kalksteine durchbricht, die dadurch so verändert erscheinen, daß ihre ursprüngliche Beschaffenheit kaum mehr festgestellt werden kann. Ein großer Teil der Ponta wird von plattigen Brauneisenerzmassen mit nieren- oder traubenförmiger Oberfläche bedeckt, die offenbar quarternäre Infiltrationsgebilde oder Raseneisensteine sind (vergl. S. 95). Auf der von der Ponta schräg gegenüberliegenden Seite des Sees ist von oben herab die folgende Schichtenreihe aufgeschlossen:

1. Erdkrume (etwa 15—30 cm);
2. Gelbliches Tongestein, anscheinend zersetzter Kalkstein und Zellenkalk, voll Versteinerungen, 1.2 m;
3. Schieferiger gelber Sandstein, durchschossen von dünnen Schiefertonlagen, 2.5 m;
4. Milder, blaugrauer, glimmeriger, unregelmäßig brüchiger Schiefer, 2.5 m.

Die Schichten sind flach nach Westen geneigt; die zweite von oben wird von vertikalen wurzelartigen Eisensandsteingebilden durchsetzt (vergl. S. 101) und ist außerordentlich reich an Fossilien, die jedoch wegen der Weichheit des Gesteines schwierig zu gewinnen sind. Sie hat von den 16 Arten, welche gegenwärtig aus dem Carbon des Trombetas bekannt sind, die meisten geliefert.

Die Insel, welche den Arapecú vom Trombetas trennt, wird ganz aus carbonischen Gesteinen gebildet, deren abradierte Oberfläche jedoch zumeist mit jungen Anschwemmungen bedeckt ist. Nur stellenweise tritt das Carbon in schlechten Entblößungen zu Tage. Dies ist der Fall z. B. auf der Westseite des in die Insel eingebuchteten Lago do Jaquirí assú (am linken Ufer des Trombetas), wo gelblich weißer Sandstein voll kleiner Lamellibranchiaten (*Modiola?*) ansteht. In der Nähe sowie auf der Insel, welche der Mündung des „Sees" vorgelagert ist und auch weiter aufwärts entlang des Trombetas sind hier und da tonige Schiefer entblößt und lose Blöcke von allerdings nur selten fossilienführenden Kieselgesteinen, namentlich rosarotem Hornstein, sind nebst Quarz- und Porphyroidgeröllen im Schwemmland allgemein verbreitet.

Bessere Aufschlüsse bieten die Ufer des etwas weiter aufwärts auf der linken Seite des Trombetas gelegenen kleinen Sees, welchen Derby Abui nennt (anscheinend identisch mit dem Lago da Avó Coudreaus). Die Steinponta (Landspitze) am oberen Ende des Sees ermöglichte die Abnahme des folgenden Profiles von oben herab:

1. Graugelber sandiger Kalksteinschiefer mit Fossilien, 3 m;
2. Blauer Kalkstein mit Versteinerungen, darunter *Derbya correana, Productus cora, Ambocoelia planoconvexa, Pinna peracuta,* 0.15 m;
3. Mürber gelber Kalkschiefer, 0.6 m;
4. Blaugrauer Ton, 1.5 m;
5. Gelblicher mergeliger Kalkstein, 0.5 m, welcher anscheinend mit größerer Mächtigkeit in die Tiefe fortsetzt.

Am gegenüberliegenden rechten Ufer des Trombetas wurde in einem losen Kalksteinblock eine *Pinna* gefunden, es ist also auch hier noch sicheres Carbon vorhanden. Kaum 5 km weiter aufwärts, in der Nähe des Lago Tapagem, ist jedoch eine Gesteinsreihe entwickelt, welche Derby des Vorkommens von *Spirophyton* und *Protosalvinia* wegen schon als Devon aufgefaßt hat, die wir jedoch aus Analogiegründen mit der Entwicklung am Tapajós noch zum Carbon einbeziehen (vergl. S. 148).

Es sind rote und graue, etwas sandige Schiefer voll von den Spirophyton-Gebilden, ferner nahe der Mündung des Sees, — etwa dort, wo sich das einsame Grab Henri Coudreaus befindet, welcher auf der Rückkehr von seiner Forschungsreise am oberen Trombetas, und dessen Zuflüssen Rio Cachorro und Mapuerá hier am 10. November 1899 seinen Tod fand —, grobkörniger gelber Sandstein, dessen Beziehungen zum Schiefer nicht sichergestellt werden konnten. Carbonisch sind wahrscheinlich auch noch die einige Kilometer aufwärts den Trombetas begleitenden und am Lago de Macachera mächtig entwickelten schwarzen, dünn spaltbaren Schiefer mit undeutlichen Pflanzenresten, welche stellenweise von rötlich-grauen glimmerigen Schiefertonen durchschossen werden, sowie der eine kurze Strecke weiter flußaufwärts in klippigen Felsmassen anstehende weiße, grobkörnige, mürbe und leicht zerreibliche Quarzsandstein etwa von der Beschaffenheit jenes von Bella Vista am Tapajós. Die Oberfläche der Felsen ist gewöhnlich durch infiltriertes Eisenoxyd verfestigt und rot gefärbt.

Erst die noch weiter aufwärts folgenden festen dünnschichtigen Sandsteine, welche ein abweichendes südwestliches Verflächen besitzen, scheinen dem Devon anzugehören.

Da die fossilienführenden Carbonschichten um Arapecú durchwegs unter geringen Winkeln nach Westen einfallen, können sie von den südöstlich von hier am Lago de Batata und flußabwärts im Bereiche des Lago Iripixí, sowie in der Serra do Curumú auf der linken, und in den Serras do Sapucuá und Valha me Deus mit ihrem Vorlande in der

Halbinsel zwischen dem knieförmig gebrochenen Flusse und dem Lago do Sapucuá auf der rechten Seite des Trombetas entwickelten Sandsteinen tatsächlich unterteuft werden und diese würden dann ebenso der Liegendstufe des Carbon angehören, wie die mit ihnen petrographisch anscheinend übereinstimmenden Sandsteine oberhalb des Lago Tapagem. Auf diese Möglichkeit möge hier hingewiesen werden, wenngleich die Sandsteine oben (S. 130) zum Paläogen einbezogen wurden.

So wie am Tapajós kann auch am Trombetas die Fauna des obersten Carbon als einheitlich aufgefaßt werden, da bei der geringen vertikalen Entfaltung der fossilienführenden Schichten der Altersunterschied zwischen jenen am Lago Abui und jenen am Arapecú mit *Orthotichia morganiana, Orthotetes tapajotensis*, *Productus chandlessi* und *Aviculopecten hertzeri* jedenfalls nicht bedeutend sein kann. Die gesamte, gegenwärtig vom Trombetas bekannte Fauna ist nach Derbys Zusammenstellung die folgende:

Fistulipora nodulifera Meek.
Discina sp.
Orthotichia morganiana Derby sp. (Taf. V, Abb. 6).
Orthothetes tapajotensis Derby sp. (Taf. VI, Abb. 5).
Derbya correana Derby sp. (Taf. VI, Abb. 7).
Productus chandlessi Derby sp. (Taf. VII, Abb. 3).
Prod. batesianus Derby sp. (Taf. VI, Abb. 2).
Prod. cora d'Orb.
Spirifer cameratus Mort. (Taf. IV, Abb. 1).
Ambocoelia planoconvexa Shum. sp.
Seminula argentea Shep. sp. (Taf. V, Abb. 4).
Camarophoria sp.
Posidonomya sp.
Aviculopecten occidentalis Shum. sp. (Taf. VIII, Abb. 3).
Av. (Streblopteria?) hertzeri Meek.
Pinna peracuta Shum.
Modiola (?) sp.

Das Carbon streicht vom Trombetas gegen Osten, bezw. Südosten fort, jedoch ist darüber nur sehr wenig bekannt. Der Erepecurú und der Cuminã, diese beiden die Moçambique-Insel umschließenden Arme des Mündungsabschnittes des größten Trombetas-Zuflusses, sind in die Carbonablagerungen eingeschnitten, welche aufwärts anscheinend bis einige Kilometer unterhalb der Cachoeira do Tronco anhalten. Die große Grotte Barracão de Pedras ist wahrscheinlich in den tieferen Carbonschichten ausgewaschen. Vom östlichen Ufer des Lago do Salgado erhielt ich von meinem Freund Paul Le Cointe zwei Hornsteingeschiebe von ganz derselben Beschaffenheit wie die halbzersetzten Hornsteine von Itaituba, jedoch ohne Fossilien. Dieselben Gesteine sollen aber auf dem

Campo im Quellgebiete des Rio Branco Muschelabdrücke enthalten. Ich glaube, daß sie als Anzeichen des Vorhandenseins von Carbonablagerungen in diesen Gegenden gedeutet werden dürfen.

Zum Carbon zähle ich auch ein höchst merkwürdiges Gestein, welches am linken Ufer des Igarapé Grande, eines sich unterhalb der Mamiá-Mündung von der rechten Seite in den Curuá ergießenden Baches, nach P. Le Cointe einen ansehnlichen Hügel bildet. Es besteht aus einer lebhaft roten, weiß gesprenkelten Grundmasse, in welcher reichlich schrotkorn- bis haselnußgroße Magnetit- und Pyritkristalle eingebettet liegen. Das Gestein, welches im Eisenkies Spuren von Gold enthält, wurde für Syenit gehalten, dem es flüchtig betrachtet in der Tat ähnlich sieht, mit welchem es aber gar nichts zu tun hat. Die Grundmasse besteht nämlich aus einem durch roten Carneol verbundenen Brockenwerk von Hornstein und Achat und ist jedenfalls hydatogenen Ursprunges. Vielleicht bildet das Gestein die zertrümmerte Umsäumung eines das Carbon durchbrechenden Eruptivstockes und ist also eine Kontaktbildung, in welcher die Magnetite und Pyrite, welche in Hohlräumen nicht selten prächtig auskristallisiert erscheinen, sekundären Ursprunges wären.

Genauere Kenntnisse über das nordamazonische Carbon besitzen wir, dank den Forschungen von Herbert H. Smith (L. 27, 33), jedoch erst wieder vom Flusse Curuá und aus dem Gebiete nördlich von Alemquer.

Der Curuá ist in seinem Oberlauf in quarzitische Schichten, Sandsteine und Schiefer eingeschnitten, die bis 1° 30′ südl. Br. anhalten und anscheinend in ostwestlich streichenden, von Norden nach Süden aufeinander folgenden Zonen teils dem Silur und Devon, teils vielleicht auch noch dem Carbon angehören. Letzteres ist vorläufig nur eine Annahme, die sich wesentlich darauf stützt, daß die fraglichen Carbonschichten nach abwärts von jener Schichtengruppe, die zum Devon einbezogen werden muß, durch eine Unterbrechung in der regelmäßigen Entwicklung geschieden sind, während sie sich nach oben an fossilienführende, sicher carbonische Gesteine derart anschließen, daß sie mit denselben in einem engeren Verbande zu stehen scheinen.

Diese carbonische Schichtenreihe ist nach Smiths Angabe von unten nach aufwärts die folgende:

1. Grober, harter, gelber Sandstein, 2.2 m.
2. Unregelmäßig konkretionär strukturiertes, toniges Gestein von rötlicher Farbe, 25 m.
3. Wechselfolge von feinkörnigem bis dichtem und von grobem Sandstein mit zahlreichen Einschlüssen von Quarz- und Schiefergeröllen, 12 m.

4. Harte, feinkörnige Sandsteinschiefer, am Querbruch oft bunt gebändert, 33 m.
5. Grobkörniger Sandstein, häufig in sonderbaren Erosionsfelsgebilden anstehend, etwa 20 m.

Die im Liegenden dieses Komplexes entwickelten, von dem groben Sandstein 1 angeblich durch eine Diskordanz geschiedenen, etwa 20 m mächtigen sandig-glimmerigen Schiefer mit Spirophytongebilden dürften übrigens auch noch zum Carbon gehören.

Alle diese Schichten sollen unter geringen Winkeln nach Südosten bis Süden einfallen und scheinen mehrfach von Diabasen und ähnlichen Massengesteinen durchbrochen zu werden. Flußabwärts von den letztgedachten Sandsteinfelsen müssen carbonische Kalksteine entwickelt sein, trotzdem sie anstehend nicht beobachtet wurden, weil auf der Uferstrecke Praia grande Kalksteinblöcke und silifizierte Fossilien gefunden werden, die mit jenen vom Tapajós vollkommen übereinstimmen.

Weiter südwärts, also im Hangend dieser Kalke, folgt eine von Smith auf 200 m Mächtigkeit geschätzte Schichtenreihe von Sandsteinen und grauen sandig-kalkigen Schiefern, die möglicherweise den dunkelgrauen schieferigen Kalksteinen vom Bom Jardim entsprechen. In ihrer oberen Partie haben sich einige Bänke im Einschnitt des Flusses bei der ehemaligen Ansiedlung Pacoval gespickt voll Versteinerungen erwiesen, darunter reichlich Lamellibranchier und Productiden permischer Typen. Im übrigen scheint jedoch der Charakter der Fauna, die Richtigkeit der Bestimmungen Derbys (L. 31) vorausgesetzt, nicht jünger zu sein als jener der Tapajósfauna. Allein da es nach den Lagerungsverhältnissen immerhin möglich wäre, daß die Pacovalschichten doch eine jüngere (permische? vergl. S. 142) Stufe repräsentieren könnten, als die hornsteinführenden Kalke von Praia grande, so wurde in der folgenden Aufzählung der Fossilien des Carbonsystems am Rio Curuá jeder Art der Fundort beigefügt:

Lophophyllum sp. Praia grande.
Archaeocidaris sp. Praia gr.

Erklärung der Versteinerungs-Tafel VII auf S. 179:

1a, b, c, d, e, f (118) *Productus amazonicus* Katzer. 1a Ventralansicht, 1b Seitenansicht eines Schalenexemplares vom linken Tapajósufer unterhalb Mangal; 1c Dorsal- und 1d Schloßansicht eines Schalenexemplares vom Bom Jardim; 1e Schalenstück mit dünnen, hohlen Stacheln wenig vergrößert; 1f Schalenstückchen 3mal vergrößert, um die Anordnung der Stacheln auf den Rippen zu zeigen. — 2a, b *Productus lineatus* Waagen. 2a Ventralansicht, 2b Seitenansicht eines Exemplares aus den dunkeln Kalken von Itauajurý. — 3a, b, c (120) *Productus chandlessi* Derby. 3a und b Ventralansicht eines hohen und eines breiten, 3c Rückenansicht eines breiten Exemplares vom Bom Jardim.

Alle Abbildungen, wo nicht anders angegeben, in natürlicher Größe; 3 nach Derby, die übrigen nach Originalen.

Versteinerungs-Tafel VII.

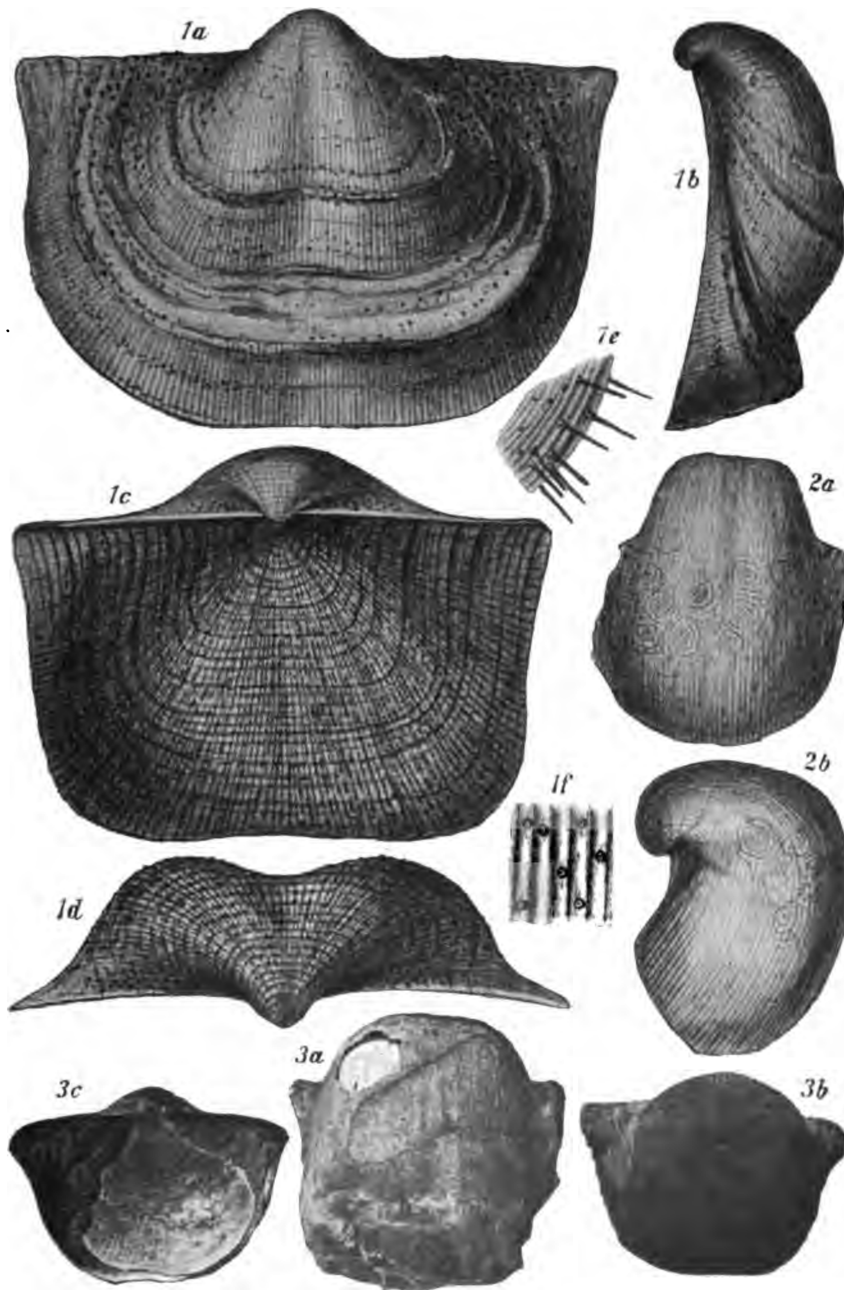


Abb. 118 (1) bis 120 (3): Productiden des jüngsten Carbon im unteren Amazonasgebiete.
(Erklärung auf S. 178.)

Fenestella cf. *shumardi* Prout. Pacoval.
Polypora cf. *submarginata* Meek. Pacoval. (Taf. IV, Abb. 11.)
Synocladia sp.? Pacoval.
Discina sp. Pacoval.
Rhipidomella penniana Derby sp. Praia gr. (Taf. VI, Abb. 9.)
Derbya correana Derby sp. Pacoval. (Taf. VI, Abb. 7.)
Chonetes glaber Geinitz. Pacoval.
Productus semireticulatus Mart. Praia gr. und Pacoval. (Taf. VI, Abb. 1.)
Prod. cf. *batesianus* Derby. Pacoval. (Taf. VI, Abb. 2.)
Prod. rhomeanus Derby. Praia gr.
Prod. cf. *wallacianus* Derby. Pacoval. (Taf. VI, Abb. 3.)
Prod. cf. *nebraskaensis* Owen. Pacoval.
Prod. cora d'Orb. Pacoval.
Spirifer cameratus Mart. Pacoval. (Taf. IV, Abb. 1.)
Sp. rockymontanus Marcou. Praia gr. (Taf. IV, Abb. 3; Taf. V, Abb. 2.)
Spiriferina transversa Mc Chesney. Praia gr. und Pacoval. (Taf. IV, Abb. 2.)
Reticularia perplexe Mc Chesney sp. Pacoval. (Taf. VI, Abb. 11.)
Ambocoelia planoconvexa Shumard sp. Praia gr. und Pacoval.
Hustedia mormoni Marcou sp. Praia gr. (Taf. VI, Abb. 10.)
Seminula argentea Shep. sp. Praia gr. (Taf. V, Abb. 4.)
Cleiothyris roissyi Léveillé sp. Praia gr. und Pacoval. (Taf. V, Abb. 5.)
Spirigera sp. Praia gr.
Avicula cf. *longa* Geinitz. Pacoval.
Avicula sp. Ebendaher.
Pseudomonotis sp. dto.
Aviculopecten carboniferus Stevens sp. dto. (Taf. VIII, Abb. 4.)
Av. coxanus M. u. W. dto. (Taf. VIII, Abb. 5.)
Av. (Streblopteria?) hertzeri Meek. dto.
Euchondria neglecta Geinitz sp. dto. (Taf. VIII, Abb. 6.)
Entolium cf. *aviculatum* Swallow. dto.
Lima retifera Shum. dto. (Taf. VIII, Abb. 7.)
Bakewellia sedgwickiana King. dto.
Pinna peracuta Shum. dto.
Myalina kansasensis Shum. dto.
Modiola sp. dto.
Yoldia sp. dto.
Schizodus cf. *rossicus* de Vern. dto.
Schizodus sp. (mehrere Arten). dto.
Astartella sp. dto.

Pleurophorus cf. *tropidophorus* Meek. dto.
Allorisma subcuneata M. u. H. dto. (Taf. VIII, Abb. 1.)

Südlich von Pacoval verschwinden die carbonischen Schichten unter der neogenen und quarternären Bedeckung, die sich von hier über den seenreichen Mündungsbereich des Curuá bis zum Amazonas ausbreitet. Ostwärts dehnt sich das Carbon jedoch in ziemlich gleicher Entwicklung wie am Curuá bis zum Rio Maecurú aus und überschreitet denselben. Zumeist wird es hier ebenfalls von Quartärgebilden bedeckt, unter welchen es nur schollenweise emportaucht.

Sehr zahlreich sind die Gänge (und Decken) von Diabasen und verwandten Massengesteinen, von welchen das Carbon dieses Gebietes durchbrochen wird und welche entweder als wallartig gestreckte niedrige Hügel das ebene Land durchqueren, oder sich nur durch Blockanhäufungen verraten. Neben massigen Gesteinen von häufig porphyrischer Ausbildung sind auch schieferige und breccienartige Tuffe weit verbreitet.

In der Talrinne des Maecurú erstrecken sich die Carbonschichten bis über die untersten Fälle (Panacú und Taconhamuira) herauf. Am oberen, dem Taconhamuira, wird eine einige Meter mächtige Diabasporphyritdecke, über deren mauerartigen Steilabsturz der Fluß herabschäumt, von glimmerigen grauen oder gebänderten Sandsteinschiefern unterlagert, die bald mehr quarzitisch, bald mehr tonig sind und flach nach Süden oder Südwesten einfallen. Die auf diesen Schiefern weiter flußabwärts aufliegende Schichtenreihe gehört dem Carbon an, während die vom Taconhamuira flußaufwärts entwickelten Schichten schon devonisch sind (Profil Abb. 128).

Der Panacú ist ein bedeutender Wasserfall von etwa 8—10 m Sturzhöhe, welcher das Bergstück des Maecurúlaufes sehr markant vom Talstück scheidet. Von ihm aufwärts steigt das Land gewissermaßen stufenförmig in Terrassen an, die durch Diabas- oder Diabasporphyritdecken gebildet werden. Über den teils senkrecht abgebrochenen, teils wild zerrissenen Rand dieser Decken stürzt der Fluß herab, große Blöcke mit sich reißend und sie weiter unten zu Steinmassen aufhäufend. Oberhalb des Stromriegels sind die Ufer höher und dichter bewaldet und namentlich Miritýpalmen gruppieren sich hier in größeren Beständen als talwärts, wo der Fluß im ebenen Land breit und ruhig dahinfließt.

Vom Panacú eine kurze Strecke abwärts folgt eine unbedeutende, ebenfalls durch eine Diabaseinschaltung bewirkte Stromschnelle (Cachoeirinha), worauf in beträchtlicher räumlicher Ausdehnung und anscheinend auch Mächtigkeit Sandsteine entwickelt sind, die teils dünnschichtig, sehr feinkörnig und zäh, teils starkbankig, grobkörnig und oft mürbe sind. Beides sind etwas eisenschüssige, gelblichweiße, braungefleckte oder

gestriemte Gesteine, die von zahlreichen Grünsteingängen durchbrochen werden, in deren Nähe sie zumeist rotgefärbt erscheinen. Die feinkörnigen Abarten werden als Schleifsteine geschätzt und werden zu diesem Zwecke namentlich an der Ponta de Tururá und bei As Pedras gewonnen.

Diese Sandsteinschichten, in welchen beim Cujubim-See ein *Calamit* gefunden worden sein soll, bilden die untere Stufe des Maecurú-Carbons, welche im Flußbett bis etwas unterhalb des Maripá-Sees hauptsächlich ansteht.

Ihr gehören anscheinend auch die sich vom Flusse nach Südosten ausbreitenden mittel- bis grobkörnigen Quarzsandsteine an, welche am linken Ufer etwas oberhalb der Ansiedlung Curimatá eine eigentümliche, Itamunheenga (Zischstein) genannte, die Alluvialebene um einige Meter überragende Platte bilden. Die Schichten fallen flach nach Westen ein. Sie treten auch weiter nördlich mehrfach auf und breiten sich südostwärts gegen die Serra Itauajurý und in die Ebene von Ereré aus, wo sie die Unterlage der Hügel nördlich von der Serra do Paraiso bilden und am Fuße der S. de Urucurý insbesondere gut entblößt sind (vergl. S. 125.)

Alle diese Sandsteinablagerungen entsprechen wohl der carbonischen Sandsteinstufe des Curuá, Trombetas und Tapajós, was dadurch bekräftigt wird, daß sie ebenfalls von fossilienführenden Kalksteinen überlagert werden, welche allerdings fast vollständig erodiert und nur an wenigen Stellen erhalten geblieben sind.

Man kennt solche Kalksteinschollen durch H. Smith vom Cujubim-See (auf der Westseite des Maecurú), wo sie teils grobbankig (mit silifizierten Fossilien), teils schieferig entwickelt sind, ähnlich wie am Trombetas; sie bilden ferner einzelne Klippen, hauptsächlich am westlichen Ufer von As Pedras abwärts bis in die Nähe des Maripá-Sees, an welchem sie unter dem von hier ab südwärts verbreiteten Neogen bei tiefstem Wasserstand ebenfalls hervorkommen. Die aus diesen Kalksteinschichten vom Cujubim-See bekannt gewordenen Versteinerungen sind nach Derbys Verzeichnis (L. 31) die folgenden:

Synocladia cf. *biseralis* Swall.
Rhipidomella penniana Derby sp. (Taf. VI, Abb. 9).
Derbya correana Derby sp.? (Taf. VI, Abb. 7).
Chonetes glaber Gein.
Productus semireticulatus Mart. (Taf. VI, Abb. 1).
Pr. chandlessi Derby (Taf. VII, Abb. 3).
Pr. batesianus Derby? (Taf. VI, Abb. 2).
Pr. cora d'Orb.
Spirifer cameratus Morton (Taf. IV, Abb. 1).

Reticularia perplexa Mc Chesn. sp. (Taf. VI, Abb. 11).
Ambocoelia planoconvexa Shum. sp.
Cleiothyris roissyi Léveillé sp. (Taf. V, Abb. 5).
Aviculopecten occidentalis Shum. sp. (Taf. VIII, Abb. 3).
Bakewellia sedgwickiana King.
Myalina kansasensis Shum.
Nucula sp.
Schizodus cf. *wheeleri* Swall. sp. (Taf. VIII, Abb. 2).
Solenopsis sp.
Allorisma sp. (anscheinend mehrere Arten).

Den obersten, die Kalksteinstufe bedeckenden (permischen? vergl. S. 142) fossilienführenden Schichten von Pacoval am Curuá dürften die schieferigen Sandsteine entsprechen, welche beim Curicaca-See östlich von Alemquer anstehen. Auch sie haben einige Fossilien geliefert, deren Bestimmungen aber Derby selbst als etwas unsicher bezeichnet. Es sind: *Bakewellia sedgwickiana* King, *Nucula sp.*, *Pleurophorus tropidophorus* Meek, *Allorisma subcuneata* M. u. H.

Östlich von den besprochenen Maecurú-Vorkommen scheinen Ablagerungen des Carbonsystemes eine sehr beschränkte Verbreitung zu besitzen und nur mehr in etlichen, der Erosion entgangenen Schollen erhalten geblieben zu sein. Etwas näher bekannt ist bloß eine davon, nämlich jene, welche den Sockel der Serra Itauajurý im Bergkranze von Monte Alegre bildet.

Wie oben (S. 127) dargelegt wurde, ruht die paläogene Schichtenreihe, aus welcher der obere Teil dieser Serra aufgebaut ist, auf carbonischen Bildungen, welche am Südabfall und am Ostfuße in bedeutender Mächtigkeit anstehen. Am Südabfall sind es wesentlich Quarzsandsteine von verschiedener Ausbildung, teils grob gebankt oder massig, mittel- bis feinkörnig, mit spärlichem kaolinischem Bindemittel und dann ziemlich mürbe, oder mit quarzigem Zement und dann sehr zäh und fest; teils dünnschichtig, mehr oder weniger eisenschüssig, im grossen ganzen mit jenen Quarzsandsteinen übereinstimmend, welche auch anderwärts die Liegendstufe der Carbonablagerungen bilden. Im Westen liegen sie Diabastuffen und schalsteinschieferartigen Gesteinen auf, die wir zum Devon zählen; im Osten dagegen stehen sie mit eigentümlichen feinsandigen Diabas- (Melaphyr-) Tuffen oder Tuffsandsteinen in Verbindung, die ihnen vorläufig angeschlossen werden mögen, obwohl das gegenseitige Verhältnis beider in dem störungsreichen waldbedeckten Gebiete nicht klargestellt werden konnte. Diese Tuffsandsteine sind schieferig bis bankig geschichtet, frisch dunkel grüngrau, verwittert bräunlichgrün gefärbt, von äußerst gleichmäßigem feinem Korn. Vielfach werden sie von tonschieferartigen Lagen durchschossen oder gehen auch in Tonschiefer über. Im offenen

Anstehenden lösen sich die schieferigen Schichten leicht zu dünnen schüttigen Brocken auf, während die stärkeren Bänke in Stücke zerfallen, die zu plattigen Knollen abwittern. Am Südost- und Ostfuße der Serra Itauajurý sind diese sandigen Tuffe weit verbreitet, wenngleich nicht häufig gut aufgeschlossen. Einige Entblößungen wurden gelegentlich der Anlage der spanischen Kolonie auf der Estrada B geschaffen. Diese Schichten fielen unter ca. 20° nach Nordosten ein.

Unmittelbar auf diesen Tuffsandsteinen aufliegend, treten an mehreren Stellen Kalksteine auf, die sich durch ihre Fossilienführung den Tapajóskalken an die Seite stellen, wenngleich sie zum Teil einen anderen petrographischen Habitus besitzen. Sie sind nämlich zumeist feinkörnig, dunkel blauschwarz, von weißen Calcitadern durchzogen, vom Aussehen eines echten Kohlenkalksteines, teilweise aber auch etwas mergelig, dicht und von hellerer grauer Farbe, gewissen Bänken der Kalke von Itaituba mehr ähnlich. Diese letztere Abart ist namentlich auf der Ostseite der Serra entwickelt und begleitet in unterbrochenen Aufschlüssen auf eine ziemliche Strecke weit den Jacaré-Bach. Wo ein Schichtenverflächen abgenommen werden kann, ist es stets unter Winkeln bis zu 30° nach Osten gerichtet. Am Südostfuße der Serra und westlich vom Jacaré-Bach im obersten Teile der Kolonie ist dagegen hauptsächlich der dunkle Kalkstein verbreitet, und weil auch dieser nach Osten einfällt, scheint er die hellen Kalke zu unterteufen. Sicher ist dies jedoch keineswegs, weil alle diese Kalksteinvorkommen nur isolierte Schollen oder Klippen, teilweise anscheinend auch nur verschwemmte Blöcke bilden. Dieses letztere ist bestimmt der Fall bei den beschränkten Kalkvorkommen entlang des kleinen Baches am Südfuße der Serra.

Der dunkle Kalkstein von marmorartiger Beschaffenheit würde sich zur Erzeugung kleinerer Gegenstände der Kunststeinmetzerei, vielleicht auch, wenn er in minder zerklüfteten Massen, als jene an der Tagesoberfläche sind, aufgeschlossen werden könnte, selbst zu größeren architektonischen und kunstgewerblichen Arbeiten, Monumenten usw. eignen, jedoch dürfte die allgemeine Anwendbarkeit durch die stellenweise reichlichen Pyritimprägnationen beschränkt werden. Der helle Kalkstein soll

---

Erklärung der Versteinerungs-Tafel VIII auf S. 185:

1 (121) *Allorisma subcuneata* Meek u. Heyden. 1a Seitenansicht; 1b Rückenansicht. — 2 *Schizodus wheeleri* Swallow sp. Rechte Klappe. — 3 *Aviculopecten occidentalis* Shumard sp. Linke Klappe. — 4 *Aviculopecten carboniferus* Stevens sp. Linke Klappe. — 5 *Aviculopecten coxanus* Meek u. Worthen. Linke Klappe. — 6 *Euchondria neglecta* Geinitz sp. Steinkern der linken Klappe. — 7 (127) *Lima retifera* Shumard. Rechte Klappe.

Alle Abbildungen, außer 5 und 6, wo die Vergrößerung ersichtlich gemacht ist, in natürlicher Größe: 1 nach einem Original vom Bom Jardim, die übrigen Abbildungen nach Geinitz und Hayden.

Versteinerungs-Tafel VIII.

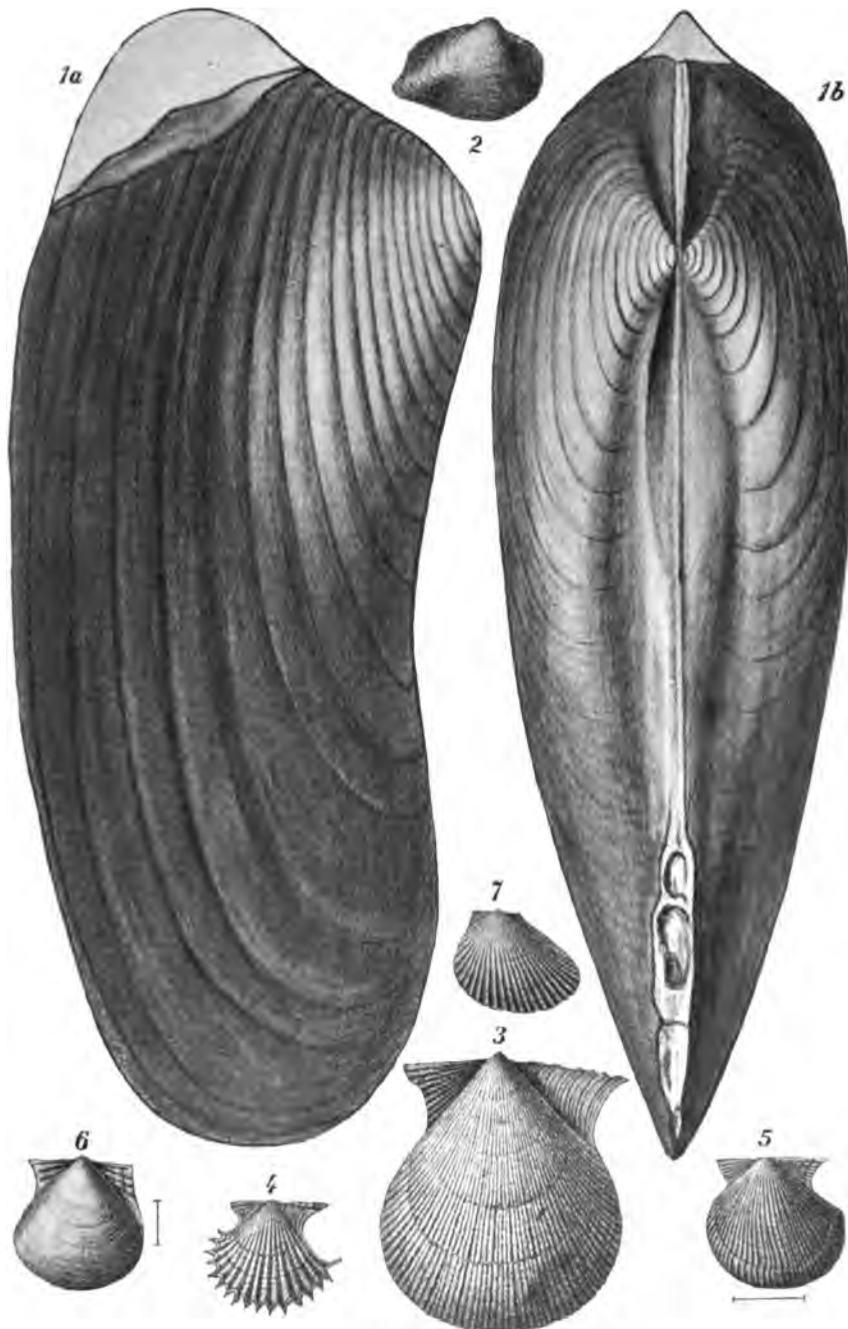


Abb. 121 (1) bis 127 (7): Lamellibranchiaten des jüngsten Carbon im unteren Amazonasgebiete.
(Erklärung auf S. 184.)

einen sehr guten Weißkalk liefern. Beide Abarten sind lagenweise reich an Kieselsäure und werden manchmal ebenso wie die Kalke am Tapajós von Quarznestern und von mit Quarzkristallen ausgekleideten Chalcedonröhren durchzogen, die zuweilen decimeterweit aus den abgewitterten Kalkblöcken herausragen. Eine Analyse des schwarzblauen Kalksteines vom Nordende der spanischen Kolonie (Grundstück der Angela Cereja Tato) ergab die folgende Zusammensetzung:

Kalkcarbonat	69.84 %
Magnesiacarbonat	4.50 „
Eisenoxyd mit Tonerde	5.12 „
Unlöslicher Rückstand (namentlich Kieselsäure)	18.26 „
	97.72 %
Schwefel, Bitumen, etc.	2.28 „
	100.00 %

Dieser Kalkstein lieferte auch die meisten Versteinerungen, wodurch die Liste Derbys (L. 31), der wahrscheinlich hier in der Nähe ebenfalls gesammelt haben mag, um einige Arten ergänzt werden konnte. Die Fossilien finden sich im Gestein nur vereinzelt und sind mit demselben zumeist fest verwachsen. Außer hier wurden noch in einer isolierten Scholle, einige hundert Meter weiter südwestlich, wenige Arten gefunden, so daß das Itauajurý-Carbon als relativ fossilienarm bezeichnet werden muß. Die bis jetzt daraus bekannten Arten sind:

Zaphrentis sp.
Crinoidenstielglieder (*Cyathocrinus sp.*).
Crania sp.
Orthothetes tapajotensis Derby sp. (Taf. VI, Abb. 5).
Streptorhynchus hallianus Derby (Taf. VI, Abb. 6).
Productus wallacianus Derby (Taf. VI, Abb. 3).
Prod. nebraskaensis Owen.
Prod. chandlessi Derby (Taf. VII, Abb. 3).
Prod. lineatus Waagen (Taf. VII, Abb. 2).
Prod. cora d'Orb.
Spirifer rockymontanus Marcou (Taf. IV, Abb. 3; Taf. V, Abb. 2).
Reticularia perplexa Mc Chesn. sp. (Taf. VI, Abb. 11).
Ambocoelia planoconvexa Shum. sp.
Bellerophon cf. *crassus* M. et W.
Bellerophon sp.

Östlich vom Bergkranz von Monte Alegre sind sichere Carbonablagerungen bis jetzt nirgends entdeckt worden. Feinkörnige Sandsteine, in welche der kleine Jauarý-Fluß östlich nahe bei Prainha (vergl. S. 108) teilweise eingefurcht ist und welche petrographisch mit den Schleifsteinschichten vom Maecurú (S. 182) übereinstimmen, werden

von Derby (L. 22) mit diesen für identisch und daher ebenfalls für carbonisch gehalten. Wie unsicher diese Annahme auch sein mag, sie betrifft das letzte Anzeichen von Carbonschichten in diesem Gebiete und es kann mit einiger Bestimmtheit angenommen werden, daß die Carbonablagerungen im Norden des Amazonas den Parú-Fluß nicht überschreiten.

Eruptive Massengesteine sind nicht nur im Bereiche des Carbon, sondern des gesamten Paläozoikums nördlich vom Amazonas sehr verbreitet. Es sind hauptsächlich Diabase, Diabasporphyrite und Melaphyre. Die Ergußzeit jener körnigen Diabase, welche von Tuffen (Schalsteinen) begleitet werden, die sich in devonische Ablagerungen einschalten, gehört dem Devon an, und wo immer Carbonschichten mit ihnen im Verbande stehen, was sehr selten der Fall ist, können sie ihnen nur aufliegen, wie z. B. am Ostfuße der Serra Itauajurý.

Die Ergüsse eines Teiles der phaneromer ophitischen Diabase, hauptsächlich aber der Diabasporphyrite und Melaphyre, gehören jedoch einer jüngeren Epoche, jedenfalls mindestens dem Perm an, weil an zahlreichen Stellen noch die jüngsten Carbonschichten von ihnen durchbrochen werden; aber leider sind diese Verhältnisse noch zu wenig erforscht, um eine Scheidung der jüngeren von den älteren Massengesteinen durchführen zu können. Petrographisch näher untersucht ist bloß der oben erwähnte Diabasporphyrit vom Taconhamuira-Fall am Maecurú (L. 48). In einer dichten oder isometrisch körnigen, dunkel graugrünen, diabasischen Grundmasse liegen massenhaft tafelförmige Labradoritkristalle von 3—4 cm Länge und 5—10 mm Dicke eingebettet und zwar am reichlichsten an der oberen und unteren Begrenzungsfläche der Intrusivdecken, zu welchen parallel sie derart angeordnet sind, daß die großen *M*-Flächen in einer Ebene liegen und das Gestein ein schichtiges Gepräge erhält. Diese Randfacies des Diabasporphyrites besitzt eine plattige Absonderung, die sich namentlich im angewitterten Zustande zu einer dünnschieferigen Spaltbarkeit steigert. Gegen die Mitte der Intrusivdecken macht sich eine mehr divergent strahlige Anordnung der Feldspate geltend, welche gleichzeitig zumeist auch an Größe einbüßen, und das Gestein erhält eine normal ophitische Struktur.

Gesteine ähnlichen Charakters kommen auch im Curuá- und Trombetasgebiete vor. Sie bilden meist Decken oder Ströme, während Spilite und Melaphyre am häufigsten in Gangform auftreten. Diese letzteren sind anscheinend am Erepecurú am mächtigsten entwickelt, werden aber im ganzen Verbreitungsgebiete der paläozoischen Ablagerungen nördlich vom Amazonas überall gefunden. Diorite und Proterobase sind weit seltener.

Die Massengesteine haben teils durch die Bedeckung der Sedimente, über welche sich ihre Ströme ausbreiteten, teils durch die Verfestigung der Schichten, welche sie durchbrachen, die paläozoischen Ablagerungen gewissermaßen festgenagelt und vor der Abtragung geschützt, so daß

sie selbst im Amazonastiefland wenigstens schollenweise erhalten bleiben konnten. Charakteristische Belege hierfür bieten, wie sich aus den obigen Darlegungen ergibt, insbesondere der Bergkranz von Monte Alegre und ferner die Gegend westlich von Alemquer. Hier erstreckt sich zwischen dem Lago de Cuipéua und dem Curuá, nördlich von der Seenreihe, die vom Lago de Pacurý bis zum Lago de Cucuý zieht, in einem flachen Bogen eine Reihe von niedrigen Hügeln, welche zur Inundationszeit als kleine Inseln aus dem Wasser aufragen. Sie bestehen aus Diabas und Diabasporphyrit, welche die Abtragung des hinter ihnen nördlich befindlichen Terrains soweit behindert haben, daß dasselbe jetzt auch vom Hochwasser nicht überschwemmt werden kann. Das dortige Campo ist ein Trocken-Tiefcampo im Gegensatz zu der südlich von den Grünsteininseln befindlichen seenreichen Ebene, welche ein Inundations-Tiefcampo ist. Die Inseln sind offenbar Denudationsrelikte ehemaliger Diabasströme, unter welchen die von ihnen bedeckten Carbongesteine im Bette des Cuipéua-Baches während der Trockenzeit hier und da zu Tage kommen. Ohne die schützende Diabasdecke würden die wenig festen Carbonschichten längst abgetragen und von Alluvien bedeckt worden sein.

Das Devonsystem.

Fossilienführende Ablagerungen dieses Systemes sind zwar dermalen nur nördlich vom Amazonas bekannt; allein nach Lagerung und petrographischen Merkmalen werden auch gewisse im Süden des Amazonas verbreitete Schichten zum Devon einbezogen. Alle diese Bildungen sind marinen und zwar vorherrschend küstennahen Ursprunges; brackische oder Süßwasserablagerungen sind nicht bekannt. Alle Schichten, welche Versteinerungen geliefert haben, gehören dem älteren Devon an; vom Vorhandensein oberdevonischer Ablagerungen besitzen wir zur Zeit keine Kenntnis.

Mittel- und Unterdevon.

Sämtliche Devonablagerungen des unteren Amazonasgebietes weisen faunistische Beziehungen zur Hamilton group Nordamerikas auf und unter Annahme eines sicheren mitteldevonischen Alters der letzteren schien es gerechtfertigt, sie sowohl, als die ihnen entsprechenden sonstigen Devonbildungen Südamerikas usw. ebenfalls zum Mitteldevon zu stellen, beziehungsweise sie für eine Art Verbindungsstufe zwischen dem Unter- und Mitteldevon zu betrachten (L. 54, 56). Weitere Untersuchungen lehrten jedoch, daß der unterdevonische Charakter eines großen Teiles der Fauna doch zu ausgeprägt ist, um als lediglich durch überlebende Formen bewirkt, aufgefaßt werden zu können und ferner erwies sich die Altersdeutung der ausschließlich zur Parallelisierung herangezogenen Hamilton-Schichten selbst mehr und mehr schwankend

und zum Unterdevon hinneigend *). Da von der Klärung dieser Frage auch die endgültige Altersfeststellung des Amazonasdevon abhängt, wurde vorgezogen, in den folgenden Darlegungen von einer Trennung des Mittel- vom Unterdevon abzusehen. Hervorgehoben sei jedoch, daß zwar die fossilienführenden Devonablagerungen des unteren Amazonasgebietes zwei verschiedenen Horizonten angehören, daß jedoch zwischen diesen bei der nahen Verwandtschaft der bezüglichen Faunen kein bedeutender Altersunterschied bestehen kann.

Die vollständigste Entwicklung weist das Devon des unteren Amazonasgebietes in der Talrinne des Maecurú-Flusses auf.

Die obersten, durch eine Diskordanz vom Carbon geschiedenen Devonschichten treten einige Kilometer oberhalb des Taconhamuira-Falles in mächtiger Entfaltung auf. Es sind schwarze, zum Teil dünnblättrige Tonschiefer, deren tiefere Lagen vielfach linsenförmige Einlagerungen von Sandstein und riesige Konkretionen eines hochbituminösen schwarzblauen Kalksteines enthalten, während die oberen Lagen zumeist reich an Pyriteinschlüssen sind, deren limonitische Zersetzungsprodukte die Oberflächenschichten vollkommen zu durchsetzen und braun zu färben pflegen. In den gröber schieferigen Bänken kommen nicht selten Spirophytongebilde vor und stellenweise macht sich darin ein tutensteinartige Struktur geltend. Diese schwarzen Schiefer besitzen eine ansehnliche räumliche Verbreitung, da sie auf etliche Kilometer flußaufwärts anhalten; auch ihre Mächtigkeit ist bedeutend, kann jedoch nicht genauer bestimmt werden, weil einerseits bei der vorwaltend sehr flach nach Südwesten geneigten oder ganz horizontalen Lagerung die offene Entfaltung über dem Flußspiegel gewöhnlich nur gering ist und anderseits die Regelmäßigkeit der Ablagerung mehrfach durch Verwürfe und Diabasdurchbrüche gestört wird. Die größte dieser Eruptivmassen scheint jene mächtige Decke von Diabasporphyrit zu sein, welche auf der rechten Seite des Flusses den Sockel und unteren Teil eines etwa 80 m hohen Hügels bildet und noch eine Strecke weiter flußaufwärts zieht. (Vergl. das Profil Abb. 128.)

Im Liegend des schwarzen Schiefers folgt eine Serie von rötlich gefärbten, glimmerigen, sandigen Schiefern oder schieferigen Sandsteinen, welche ebenfalls zumeist ganz flach nach Südwesten einfallen und sich eine ziemliche Strecke nach Norden ausdehnen. Die Teuapichuna-Fälle stürzen hauptsächlich über sie hinweg. Aus diesen Schichten führt O. A. Derby (L. 22) die folgenden Fossilien an:

Spirifer pedroanus Hartt (Taf. X, Abb. 2).
Camarotoechia dotis Hall sp. (Taf. X, Abb. 5).
Tentaculites eldredgianus Rathbun (Taf. XIII, Abb. 25).

*) Vergl. insbesondere: F. Drevermann, Zusammenstellung der bei Oberstadtfeld in der Eifel vorkommenden Versteinerungen. Verhandl. d. naturhist. Ver. d. pr. Rheinlande. 58, 1901, pag. 168.

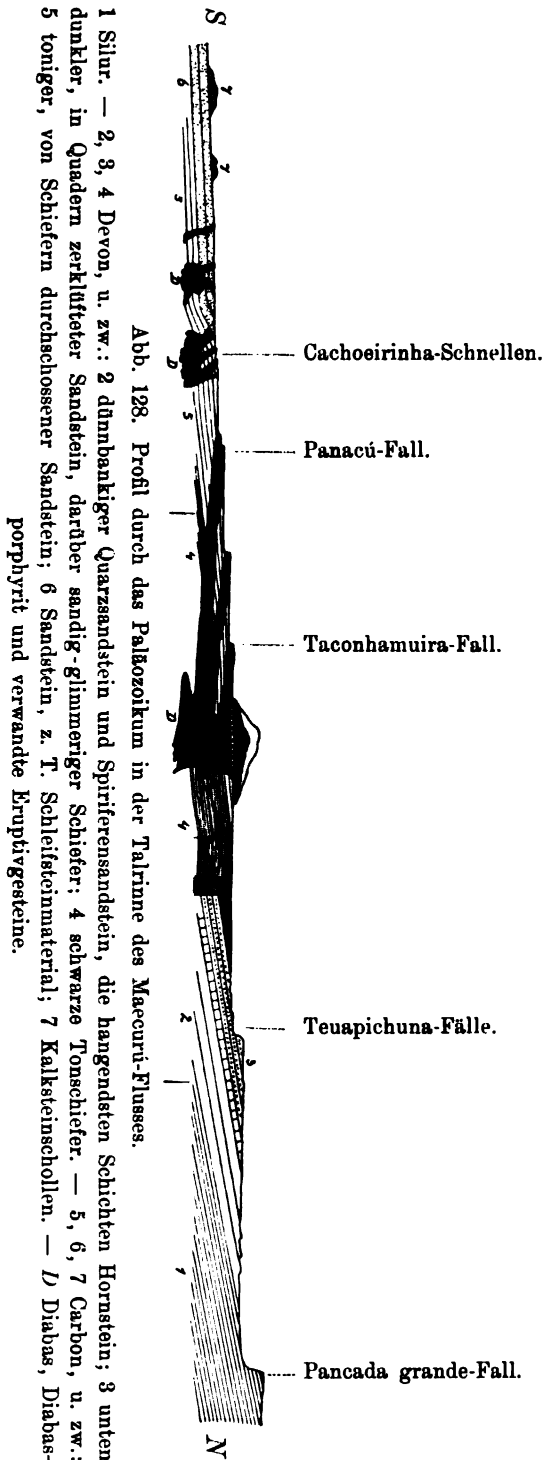


Abb. 128. Profil durch das Paläozoikum in der Talrinne des Maecurú-Flusses.

1 Silur. — 2, 3, 4 Devon, u. zw.: 2 dünnbankiger Quarzsandstein und Spiriferensandstein, die hangendsten Schichten Hornstein; 3 unten dunkler, in Quadern zerklüfteter Sandstein, darüber sandig-glimmeriger Schiefer; 4 schwarze Tonschiefer. — 5, 6, 7 Carbon, u. zw.: 5 toniger, von Schiefern durchschossener Sandstein; 6 Sandstein, z. T. Schleifsteinmaterial; 7 Kalksteinschollen. — *D* Diabas, Diabasporphyrit und verwandte Eruptivgesteine.

Noch im Bereiche der Teuapichuna-Fälle empfängt der Maecurú auf der linken Seite einen ansehnlichen, von Norden kommenden Zufluß und eine kurze Strecke oberhalb der Mündung desselben steht in einer Mächtigkeit von etwa 10 m ein grobschichtiger, dichter, toniger Sandstein von dunkelgrauer oder schwärzlicher Farbe an, welcher in Quadern zerklüftet ist, so daß die offenen Schichtenentblößungen wie ein Mauerwerk aussehen.

Von hier flußaufwärts erstreckt sich auf etwa 3 km eine ausgedehnte Stromschnellenreihe, die keine bedeutende Absenkung des Wasserniveaus bewirkt, da die Schnellen nur durch die aufragenden Schichtenköpfe verursacht werden, über welche der Fluß senkrecht auf das Streichen hinwegströmt. Im Liegenden des dunkeln Sandsteines folgt zunächst eine ebenfalls etwa 10 m mächtige Reihe von Hornsteinschichten und unter diesen sodann ein mittel- bis sehr feinkörniger Quarzsandstein, dessen einzelne Bänke gespickt voll Versteinerungen stecken. Hieraus stammt fast die gesamte reiche Fauna des Maecurú-Devon.

Das Gestein gleicht manchmal völlig dem rheinischen Spiriferensandstein und ist in der Tat selbst ein

Spiriferensandstein, da einzelne Blöcke eine Überfülle langflügeliger Spiriferen enthalten, welche auch sonst die vorherrschenden Fossilien sind. Der Sandstein ist teils ziemlich mürbe, teils sehr fest und zäh, fast quarzitisch, stets mehr oder weniger eisenschüssig, zuweilen von Brauneisenerz ganz durchtränkt, häufig an der Oberfläche der Blöcke hämatitisiert. Die Versteinerungen sind vielfach nur als Steinkerne vorhanden, zum Teil aber auch in ausgezeichneter Erhaltung, wenn das feste Gerüst der Tiere in Limonit oder Stilpnosiderit umgewandelt ist. Die inneren Wände der Schalen der Fossilien pflegen dann mit Samtblende (Goethit) überkleidet zu sein. Die Schalen selbst sind durchwegs in Brauneisenerz umgewandelt und pflegen mit dem ebenfalls stark limonitischen Sandstein fest verwachsen zu sein, während sie sich aus dem minder eisenschüssigen Gestein ziemlich gut herauslösen lassen.

Im Liegenden des fossilienreichen Sandsteines folgen zunächst petrographisch ähnliche, von schieferigen Zwischenschichten durchschossene Sandsteine, die auf etwa 1 km flußaufwärts anhalten. Mit ihnen schließt das Maecurú-Devon nach unten ab; denn die noch weiter im Liegenden entwickelten, teils glimmerig-schieferigen, teils quarzitischen Gesteine dürften schon zum Silur zu zählen sein. Nach João Coelhos Angaben scheint es, daß sie das Devon ohne Diskordanz unterlagern; leider sind aber die Uferentblößungen ungenügend und im Strombette selbst verhindern die zahlreichen Schnellen, über welche der Fluß hinwegschäumt, eine genauere Untersuchung. (Profil Abb. 128.)

Das Devon weist somit in der Talfurche des Maecurú die folgende Entwicklung auf:

Oben:

Carbon

— Diskordanz —

1. Schwarze Tonschiefer.
2. Rötliche, sandig-glimmerige Schiefergesteine. Oberer fossilienführender Horizont.
3. Dunkler Sandstein.
4. Hornstein.
5. Spiriferensandstein, voll Versteinerungen. Haupt-Fossilienhorizont.
6. Dünnbankiger, von Schiefern durchschossener Quarzsandstein.

Silur.

Unten.

Das gegenseitige Verhältnis der beiden hauptsächlichen fossilienführenden Horizonte (2 und 5) ist für die Beurteilung des Devon in den anderen Verbreitungsbezirken am Amazonas maßgebend.

Die Fauna des Spiriferensandsteines am Rio Maecurú ist sehr reichhaltig und hat bis jetzt die folgenden Arten aufzuweisen (vergl. den paläontologischen Anhang):

Coelenterata:

Anthozoa:

Pleurodictyum amazonicum Katzer (Taf. IX, Abb. 1).
Chaetetes carvalhoanus Katzer (Taf. IX, Abb. 2).

Echinodermata:

Crinoidea:

Ctenocrinus sp. Stielglieder und Säulenstücke (Taf. XII, Abb. 17). Häufig.

Molluscoidea:

Bryozoa:

Fenestella sp.
Rhombopora ambigua Katzer (Taf. IX, Abb. 3). Häufig.
Stictopora sp. (Taf. IX, Abb. 4).
Reptaria stolanifera Rolle.

Brachiopoda:

Dalmanella nettoana Rathbun.
Rhipidomella hartti Rathbun.

Erklärung der Versteinerungs-Tafel IX auf S. 193:

1a, b, c, d (129) *Pleurodictyum amazonicum* Katzer. 1a Steinkern. Inneres der Oberseite, die Ausfüllung der Zellen und den gewundenen Mittelkörper zeigend. 1b Rekonstruierte Oberseite des Korallenstockes von der Seite gesehen. Etwas vergrößert. 1c Form einer sehr regelmäßigen Zelle, 4mal vergrößert. 1d Anordnung der Zellen um den gewundenen Mittelkörper. — 2a, b, c, d, e *Chaetetes carvalhoanus* Katzer. 2a buschiger, 2b rasenförmiger Korallenstock mit unregelmäßig welliger Oberfläche; ersterer mit dünnen, letzterer mit starken Röhrenzellen; 2c Bruchstück eines breitästigen, aus sehr dünnen Zellen zusammengesetzten Stockes. 2d Längsschnitt durch die gegen die Oberfläche umgebogenen Röhrenzellen mit den sehr ausgeprägten Böden, 12mal vergrößert. 2e Querschnitt durch eine Anzahl der prismatischen Röhrenzellen in 12facher Vergrößerung. — 3a, b, c, d, e, f, g, h, k, l *Rhombopora ambigua* Katzer. 3a Isolierter verzweigter Stock; 3b Stück des Spiriferensandsteines vom Rio Maecurú durchsetzt von mehreren verzweigten Stöcken; 3c Ansatzstelle eines an der Basis gegabelten Stockes am Gestein im Längsbruch 10mal vergrößert; 3d Längsschnitt des stumpfen Endes eines Ästchens des Stockes, die spärlichen Querböden der prismatischen Zellen zeigend, 10mal vergrößert; 3e innerer Abguß der Oberfläche eines Zweigstückes in 12facher Vergrößerung; 3f Oberfläche einer wohlerhaltenen Partie eines Ästchens 10mal vergrößert; 3g Bruchstück einer konisch verdickten Stockpartie; 3k Querschnitt derselben 3mal vergrößert; 3h Querschnitt durch ein Zweigchen eines normalen Stockes 10mal vergrößert; 3l Dünnschliff eines ebensolchen Querschnittes, die Anordnung der ungleichen polygonalen Zellen zeigend, in 80facher Vergrößerung. — 4a, b (132) *Stictopora sp.* 4a Bruchstück des Stockes; 4b Querschnitt desselben 6mal vergrößert.

Alle Abbildungen nach Originalen aus dem Spiriferensandstein des Rio Maecurú, wo nicht anders angegeben in natürlicher Größe.

Versteinerungs-Tafel IX.

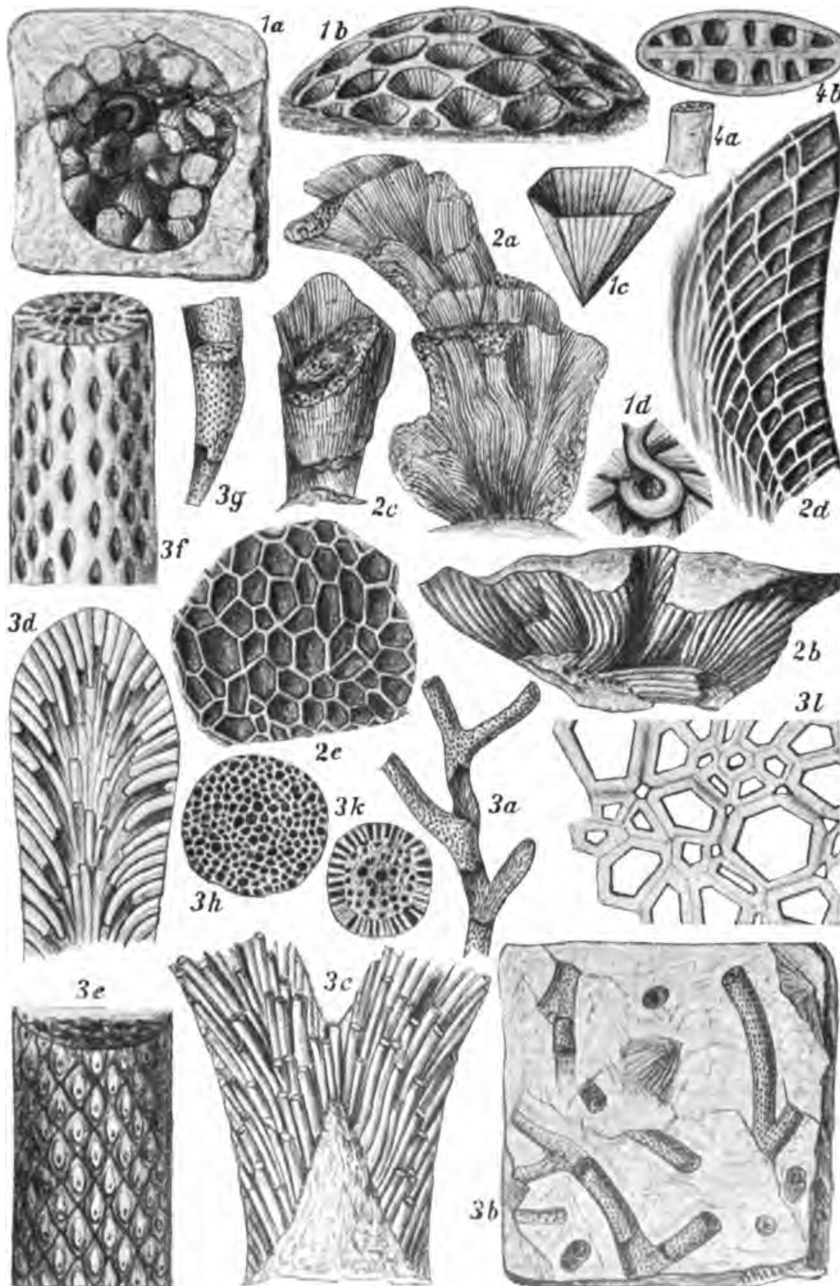


Abb. 129 (1) bis 132 (4): Korallen und Bryozoën des Devon im unteren Amazonasgebiete. (Erklärung auf S. 192.)

Rhipidomella musculosa Hall sp. (Taf. XI, Abb. 4).
Strophomena hoeferi Katzer (Taf. XI, Abb. 5).
Stropheodonta perplana Conrad sp.
Stroph. cf. *concava* Hall.
Tropidoleptus carinatus Conrad sp.
var. *maecuruensis* Katzer (Taf. X, Abb. 7).
Vitulina pustulosa Hall (Taf. X, Abb. 8 und Taf. XII, Abb. 1). Häufig.
Orthothetes agassizi Hartt u. Rathbun sp. (Taf. XI, Abb. 6).
Orthoth. sp.
Chonetes comstockei Hartt u. Rathbun (Taf. XII, Abb. 2). Häufig.
Ch. freitasi Rathbun (Taf. XII, Abb. 3). Sehr häufig.
Ch. herbert-smithi Hartt u. Rathbun (Taf. XII, Abb. 4).
Anoplia nucleata Hall sp.
Productella maecuruensis Rathbun.
Spirifer buarquianus Rathbun (Taf. X, Abb. 1). Sehr häufig.
var. *alata.*
var. *contracta.*
Sp. coelhoanus Katzer (Taf. X, Abb. 4).
Sp. clarkei Katzer (Taf. XI, Abb. 2).
Sp. duodenarius Hall (Taf. X, Abb. 3). Häufig.
Sp. derbyi Rathbun (Taf. XI, Abb. 3).

Erklärung der Versteinerungs-Tafel X auf S. 195:

1a, b, c, d, e, f, g, h (133) *Spirifer buarquianus* Rathbun. 1a Dorsalansicht einer langen Form: var. *contracta* Katzer. Umriß richtig, rechter Flügel verzeichnet, soll nur 12 Rippen haben. 1b Dorsalansicht einer mittleren Form; 1c Steinkern der Bauchklappe einer ebensolchen Verbindungsform. *A* sichtbarer Teil der Kardinalarea; *dd* Eindrücke der Zahnplatten; *m* Muskelabdrücke. 1d Ventralklappe einer breiten Form: var. *alata* Katzer. 1e Rückenklappe einer breiten Form vom Schloßrande aus, um das Querprofil des hohen Wulstes und dessen unvermittelte Erhebung über die flach gewölbten Flügel zu zeigen. 1f Seitenansicht eines normalen Schalenexemplares. 1g Geöffnetes Exemplar von der Bauchseite gesehen, mit ausgezeichnet erhaltenem, in Stilpnosiderit umgewandeltem spiralgewundenem Armgerüst. Die Spiralkegel haften mittels der starken Crura am Schloßrand der Rückenklappe. 1h Steinkern einer Bauchklappe, die große Area, das Pseudodeltidium und die starken Eindrücke der Zahnplatten zeigend. — 2a, b, c *Spirifer pedroanus* Hartt u. Rathbun. 2a Rückenklappe eines Individuums mit 20 Rippen; 2b Bauchklappe; 2c Profil. Von Ereré. — 3a, b *Spirifer duodenarius* Hall. 3a Dorsalansicht eines Exemplares mit limonitisierter Schale; 3b Steinkern von der Bauchseite. — 4a, b *Spirifer coelhoanus* Katzer. 4a Bauchklappe; 4b die sehr hohe Kardinalarea. — 5 cf. *Camarotoechia dotis* Hall sp. Dorsalklappe. Von Ereré. — 6a, b *Tropidoleptus carinatus* Conrad sp. 6a Rückenklappe, 6b Profil derselben. Von Ereré. — 7a, b *Tropidoleptus carinatus* Conrad sp. var. *maecuruensis* Katzer. 7a Rückenklappe, 7b Profil derselben. – 8a, b *Vitulina pustulosa* Hall. 8a Rückenklappe, 8b Steinkern einer Bauchklappe. Von Ereré. — 9a, b (141) *Oriskania navicella* Hall u. Clarke. 9a Dorsalansicht, 9b Seitenansicht eines Exemplares mit limonitisierter Schale.

Alle Abbildungen in natürlicher Größe nach Originalen, wo kein anderer Fundort angegeben, aus dem Spiriferensandstein des Rio Maecurú.

Versteinerungs-Tafel X.

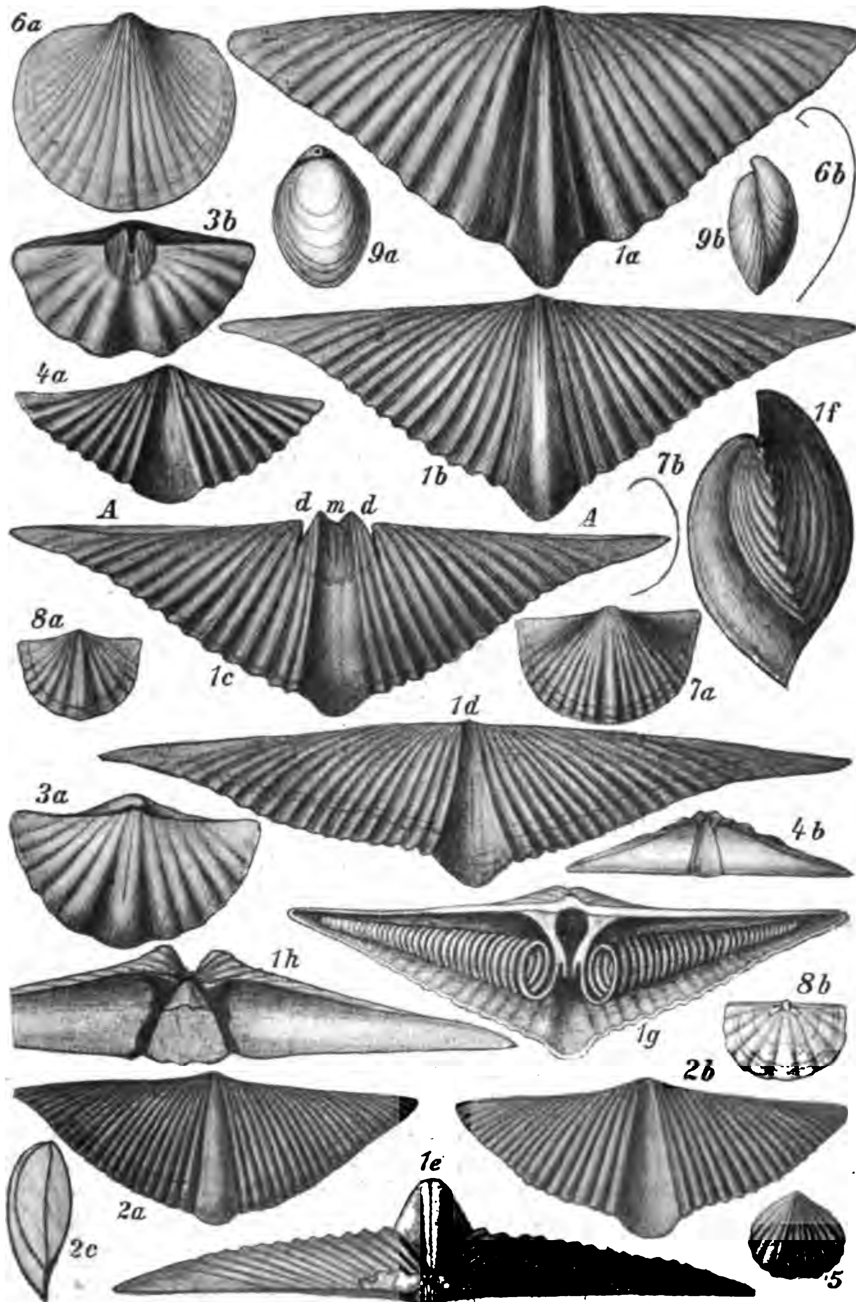


Abb. 133 (1) bis 141 (9): Brachiopoden des Devon im unteren Amazonasgebiete. (Erklärung auf S. 194.)

Spirifer hartti Rathbun.
Sp. lauro-sodréanus Katzer (Taf. XI, Abb. 1).
Cyrtina maecuruensis Rathbun sp.
Amphigenia elongata Hall. Häufig.
Camarotoechia cf. *dotis* Hall sp. (Taf. X, Abb. 5).
Cam. cf. *sappho* Hall sp.
Terebratula rathbuni Clarke.
Centronella jamesiana Hartt u. Rathbun sp. (Taf. XII, Abb. 5). Häufig.
C. wardiana Hartt u. Rathbun sp.
Anoplotheca flabellites Conrad sp. (Taf. XII, Abb. 6).
Oriskania navicella Hall u. Clarke (Taf. X, Abb. 9).

Mollusca:

Lamellibranchiata:

Actinopteria eschwegei Clarke (Taf. XIV, Abb. 1). Sehr häufig.
Act. humboldti Clarke (Taf. XIV, Abb. 2). Häufig.
Leiopteria browni Clarke (Taf. XIV, Abb. 3).
Aviculopecten coelhoanus Katzer (Taf. XII, Abb. 8).
Modiomorpha helmreicheni Clarke (Taf. XIV, Abb. 4).
Mod. sellowi Clarke (Taf. XIV, Abb. 5).
Nucula bellistriata Conrad var. *parvula* Clarke (Taf. XIV, Abb. 8).
Nuculites smithi Clarke (Taf. XIII, Abb. 15).
Palaeoneilo orbignyi Clarke (Taf. XIII, Abb. 19).
Guerangeria (Nyassa?) ortoni Clarke.
Toechomia rathbuni Clarke (Taf. XIII, Abb. 22).
T. freitasi Clarke.
Sphenotus bodenbenderi Clarke (Taf. XIII, Abb. 23).
Cimitaria karsteni Clarke (Taf. XIII, Abb. 20).
Cim. sp.

Erklärung der Versteinerungs-Tafel XI auf S. 197:

1a, b, c (142) *Spirifer lauro-sodréanus* Katzer. 1a Steinkern der Bauchklappe, am Stirnrand teilweise beschalt; 1b Ansicht vom Schloßrand; 1c Seitenansicht. — 2a, b *Spirifer clarkei* Katzer. 2a Rekonstruierte Bauchklappe nach zwei Bruchstücken und einem Hohlabdruck; 2b dieselbe von der Schloßseite. — **3a**, b *Spirifer derbyi* Rathbun. 3a Steinkern der Bauchklappe; 3b Medianschnitt desselben. — 4 *Rhipidomella musculosa* Hall sp. Steinkern der Bauchklappe mit den großen Muskelabdrücken. — 5a, b, c, d *Strophomena hoeferi* Katzer. 5a Steinkern der Bauchklappe einer langen Form, 5b Seitenansicht desselben; 5c Steinkern der Bauchklappe einer extrem breiten Form; 5d derselbe von der Schloßseite. — 6a, b, c (147) *Orthotetes agassizi* Hartt u. Rathbun sp. 6a Bauchklappe, 6b Profil derselben; 6c Rückenklappe eines kleineren und breiteren Exemplares. Von Ereré.

Alle Abbildungen in natürlicher Größe nach Originalen, und zwar alle, außer 6, vom Rio Maecurú.

Versteinerungs-Tafel XI.

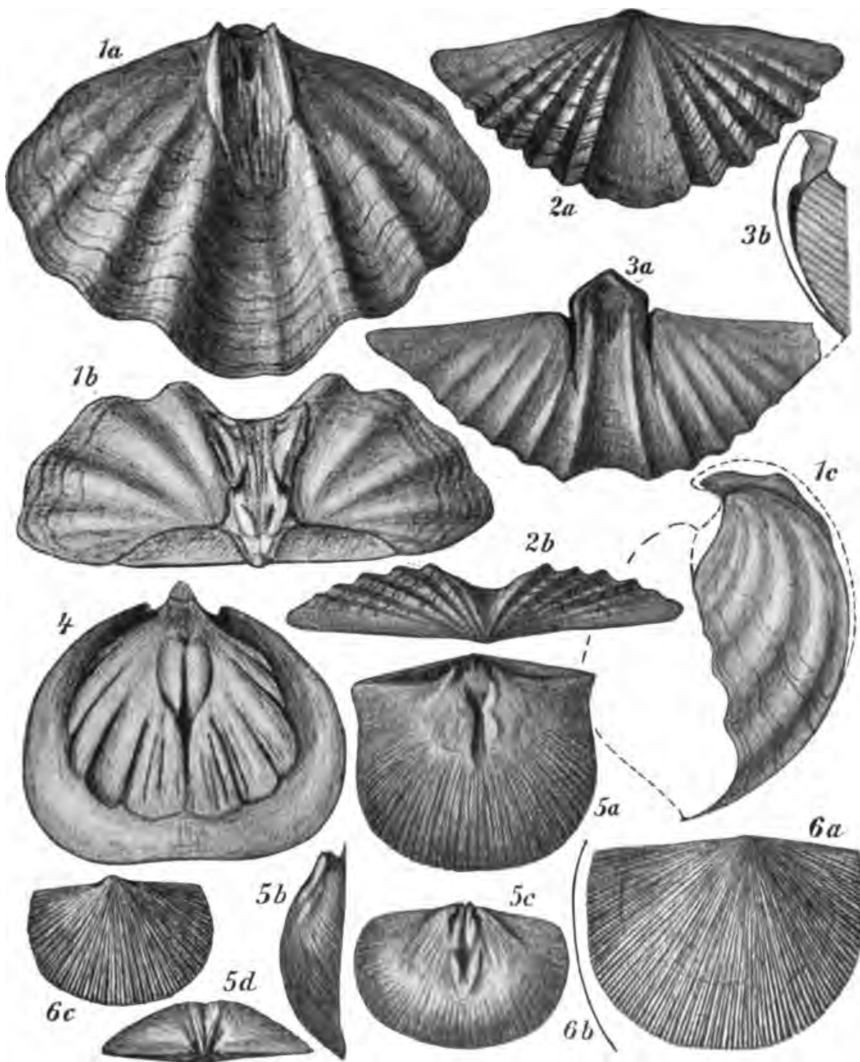


Abb. 142 (1) bis 147 (6): Brachiopoden des Devon im unteren Amazonasgebiete. (Erklärung auf S. 196.)

Cypricardella hartti Clarke (Taf. XIV, Abb. 14). Häufig.
Cypr. pohli Clarke (Taf. XIV, Abb. 13).
Grammysia pissisi Clarke (Taf. XIV, Abb. 17).
Gr. burmeisteri Clarke (Taf. XIV, Abb. 16).
Gr. lundi Clarke (Taf. XIV, Abb. 15).
Gr. gardneri Clarke (Taf. XIV, Abb. 18).
Gr. sp.

Gastropoda:

Bellerophon sp.
Bucania freitasi Clarke.
Bucaniella reissi Clarke (Taf. XII, Abb. 11).
Plectonatus derbyi Clarke (Taf. XII, Abb. 9).
Pl.? salteri Clarke (Taf. XII, Abb. 10).
Ptomatis forbesi Clarke (Taf. XIII, Abb. 1).
Murchisonia sp.
Platyceras whitei Clarke (vergl. Taf. XIII, Abb. 7).
Pl. hussaki Clarke (Taf. XII, Abb. 12).
Pl. steinmanni Clarke (Taf. XIII, Abb. 6).
Pl. hartti Clarke (Taf. XIII, Abb. 9).
Pl. symmetricum Hall *var. maecuruense* Clarke (Taf. XIII, Abb. 8).
Pl. meerwarthi Katzer (Taf. XIII, Abb. 10).
Pl. tschernyschewi Katzer (Taf. XIII, Abb. 14).
Pl. coutoanus Katzer (Taf. XIII, Abb. 12).
Pl. gracilis Katzer (Taf. XIII, Abb. 11).
Pl. subconicum Katzer (Taf. XIII, Abb. 13).
Strophostylus varians Hall (Taf. XII, Abb. 15).
Diaphorostoma darwini Clarke (Taf. XII, Abb. 14).
Diaph. (?) *agassizi* Clarke.

Pteropoda:

Tentaculites eldregianus Hartt u. Rathbun (Taf. XIII, Abb. 25, 26).
Tent. stübeli Clarke (Taf. XIII, Abb. 24).
Tent. crotalinus Salter? (Taf. XIII, Abb. 27).
Tent. tenellus Katzer (Taf. XIII, Abb. 28).
Styliolina clavulus Barrande sp. (Taf. XIII, Abb. 29).

Arthropoda, Crustacea:

Trilobitae (durchwegs auf Taf. XV):

Homalonotus derbyi Clarke (Taf. XV, Abb. 1).
H. (Calymene?) acanthurus Clarke (Abb. 2).
Phacops brasiliensis Clarke (Abb. 3).
Ph. menurus Clarke (Abb. 4).
Ph. scirpeus Clarke (Abb. 5).

Phacops (?) *pullinus* Clarke (Abb. 7.)
Ph. goeldii Katzer (Abb. 6).
Ph. sp. (Abb. 8 und 9, Pygidien-Bruchstücke).
Ph. (Dalmanites) macropyge Clarke (Abb. 10).
Dalmanites maecurúa Clarke (*Synphoria stemmatus* Clarke) (Abb. 12).
D. australis Clarke (Abb. 13).
D. galea Clarke (Abb. 14).
D. infractus Clarke (Abb. 15).
D. tumilobus Clarke (Abb. 16).
D. gemellus Clarke (Abb. 17).
Acidaspis? (oder *Ceraurus?*) *sp.*

Diese Fauna weist ziemlich ausgeprägte Beziehungen einerseits zum Oriskanysandstein, anderseits zur Hamilton-Gruppe Nordamerikas auf. Auf den ersteren verweisen insbesondere: *Rhipidomella musculosa*, *Strophomena hoeferi*, *Chonetes comstockei* (nahe verwandt mit *Chon. complanata*), *Anoplotheca flabellites, Oriskania navicella* und nicht zum geringsten *Dalmanites (Synphoria) stemmatus* Clarke*); die engeren faunistischen Beziehungen zu den Hamilton-Schichten werden bewirkt hauptsächlich durch: *Vitulina pustulosa*, *Tropidoleptus carinatus, Actionopteria eschwegei* und *Act. humboldti* (aus der nächsten Verwandtschaft der *Act. boydi*), *Leiopteria browni*, *Grammysia pissisi*, *Nucula bellistriata, Nuculites smithi, Platyceras symmetricum, Bucania freitasi* und manche andere Formen, die in nahe übereinstimmenden Arten aus der Hamilton-Gruppe bekannt sind. Da sich der fossilienreiche Spiriferensandstein der Talrinne des Maecurú kaum paläontologisch weiter gliedern läßt, erscheint seine Fauna somit gewissermaßen als ein Gemenge von Typen des oberen Unterdevon mit solchen des Mitteldevon Nordamerikas, wobei erstere unter den Brachiopoden und Trilobiten, letztere unter den Lamellibranchiaten überwiegen.

Vom Maecurú erstreckt sich das Devon in analoger Entwicklung nach Westen und erscheint in der Talrinne des Curuá-Flusses wieder im Zusammenhang aufgeschlossen. Nach H. H. Smiths Angaben (L. 33) würde im Liegend des Carbon (vergl. S. 177) mit diskordanter Lagerung eine gegen 20 m mächtige Schichtenreihe von rötlichen sandig-glimmerigen Schiefern folgen, deren tiefste Lagen Spirophyton- und Protosalvinia-Gebilde enthalten, die ihr mitteldevonisches Alter beweisen sollen. Wahrscheinlich gehören diese Schichten aber noch zum Carbon und das Devon beginnt erst mit den in Smiths Schichtenfolge nächst tiefer aufgeführten schwarzen Schiefern, welche auch sonst im Amazonasgebiete überall das Devon nach oben abschließen. Mit diesen

*) The Oriskany-Fauna of Becraft Mountain Columb. County, N. Y. Mem. N. Y. St. Museum, Vol. III, Nr. 3, 1900, pag. 15, pl. 1 u. 2.

beginnend, ist die devonische Schichtenreihe des Rio Curuá von oben herab die folgende:

a) Wechselfolge von dunkelgrauen bis schwarzen Sandsteinen und teils sandigen, teils tonigen Schiefern. Die letzteren sind zuweilen hochbituminös und von tutensteinartiger Struktur. In ihren unteren Lagen pflegen ganz so wie am Maecurú große sandig-kalkige Konkretionen eingeschlossen zu sein und auch sie enthalten Spirophyton- und Protosalvinia-Gebilde.

b) Licht rötlichgefärbter quarzitischer Sandstein oder Hornstein, von welchem Blöcke entlang des Flusses bis weit herab angetroffen werden.

c) Wechselfolge von harten und mürben feinkörnigen Quarzsandsteinen, welche bei den Lontra-Fällen zahlreiche Fossilien einschließen.

Diese letzteren Schichten liegen oberhalb des Bem Fica-Falles anscheinend konkordant auf Sandsteinen, welche schon dem Silur angehören. Die Gesamtmächtigkeit aller drei angeführten Schichtenstufen schätzt Smith auf rund 50 m, wovon etwa 10 m auf die fossilienführenden Liegendsandsteine entfallen. In Bezug auf die Schichtenreihenfolge am Maecurú entspricht die Gesteinstufe b) jedenfalls den Schichten 2—4 und c) den Schichten 5 und 6 des dortigen Schemas (S. 191) und die versteinerungsreichen Lontra-Sandsteine sind identisch mit dem Spiriferen-

---

Erklärung der Versteinerungs-Tafel XII auf S. 201:

1a, b, c (148) *Vitulina pustulosa* Hall. 1a mit Pusteln besetztes Schalenexemplar einer Ventralklappe, von Ereré; 1b Rücken-, 1c Bauchklappe. — 2a, b *Chonetes comstockei* Hartt u. Rathbun. 2a Bauchklappe, 2b Querschnitt derselben. Von Ereré. — 3a, b, c *Chonetes freitasi* Rathbun. 3a Beschalte Ventralklappe, hohe Form; 3b Steinkern einer breiten Bauchklappe, 3c Profil derselben. — 4a, b *Chonetes herbert-smithi* Hartt u. Rathbun. 4a Bauchklappe, 4b Profil derselben. Von Ereré. — 5a, b, c *Centronella jamesiana* Hartt u. Rathbun sp. 5a von der Bauchseite, 5b von der Rückenseite; 5c geöffnetes Exemplar mit Armgerüst, 3mal vergrößert. — 6 *Anoplotheca flabellites* Conrad sp. Bruchstück einer Bauchklappe. — 7a, b *Terebratula derbyana* Hartt u. Rathbun. 7a von der Bauchseite, 7b von der Rückenseite, in etwa doppelter Vergrößerung. Von Ereré. — 8a, b, c, d *Aviculopecten coelhoanus* Katzer. 8a Steinkern der linken Klappe; 8b Bruchstück eines Schalenexemplares der rechten Klappe; 8c Schalenskulptur stark vergrößert; 8d Querschnitt von 8a. — 9a, b *Plectonotus derbyi* Clarke. Rücken- und Vorderansicht. — 10a, b *Plectonotus? salteri* Clarke. Rücken- und Seitenansicht. — 11a, b *Bucaniella reissi* Clarke. Vorder- und Rückenansicht. — 12 *Platyceras hussaki* Clarke. Schalenexemplar von der Seite. — 13a, b *Diaphorostoma furmanianum* Hartt u. Rathbun sp. Von Ereré. — 14 *Diaphorostoma darwini* Clarke. Vom Rio Curuá. — 15a, b, c *Strophostylus varians* Hall. 15a im Gestein eingewachsenes Exemplar von der Seite, 15b dasselbe von oben; 15c die charakteristische Schalenskulptur stark vergrößert. — 16a, b *Pleurotomaria rochana* Hartt u. Rathbun. Von Ereré. — 17, 18 (165) Crinoidenstielglieder (*Ctenocrinus* sp.). 18 von Ereré.

Die Abbildungen 9—14 und 16 nach Clarke, alle übrigen nach Originalen aus dem Spiriferensandstein vom Rio Maecurú, falls nicht Ereré oder Curuá als Fundort angeführt. Wenn nicht anders angegeben durchwegs in natürlicher Größe.

Versteinerungs-Tafel XII.

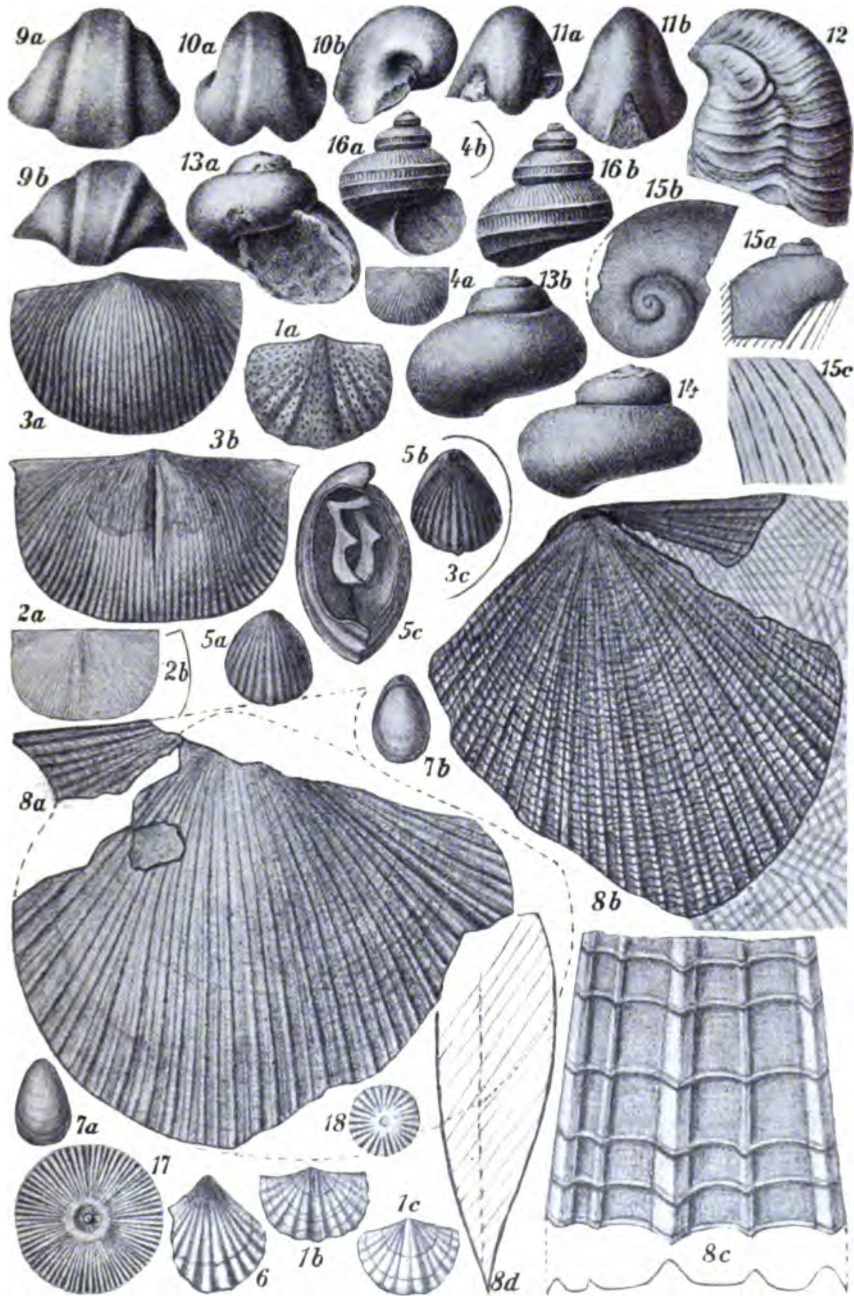


Abb. 148 (1) bis 165 (18): Versteinerungen des Devon im unteren Amazonasgebiete.
(Erklärung auf S. 200.)

sandstein des Maecurú. Man kennt daraus vom Curuá zur Zeit die folgenden Fossilien:

Molluscoidea:

Bryozoa:

Fenestella parallela Hall.

Brachiopoda:

Dalmanella nettoana Rathbun.
Rhipidomella hartti Rathbun sp.
Stropheodonta perplana Conrad.
Tropidoleptus carinatus Conrad sp. (Taf. X, Abb. 6).
Vitulina pustulosa Hall (Taf. X, Abb. 8 und Taf. XII, Abb. 1).
Orthothetes agassizi Hartt (Taf. XI, Abb. 6).
Chonetes freitasi Rathbun (Taf. XII, Abb. 3).
Ch. curuaensis Rathbun.
Anoplia nucleata Hall sp.
Spirifer derbyi Rathbun (Taf. XI, Abb. 3).
Sp. pedroanus Hartt u. Rathbun (Taf. X, Abb. 2).
Cyrtina maecuruensis Rathbun sp.
Amphigenia elongata Hall.
Camarotoechia cf. *sappho* Hall sp.
Terebratula rathbuni Clarke.
Centronella wardiana Hartt sp.

Mollusca:

Lamellibranchiata:

Actinopteria eschwegei Clarke (Taf. XIV, Abb. 1).
Leiopteria sawkinsi Clarke.

Gastropoda:

Bellerophon stelzneri Clarke (Taf. XIII, Abb. 5).
Platyceras whitei var. curuá Clarke (Taf. XIII, Abb. 7).
Diaphorostoma darwini Clarke (Taf. XII, Abb. 14).

Pteropoda:

Tentaculites osseryi Clarke.

Aus den Hangendschichten führt J. M. Clarke (L. 45) *Nuculites ererensis* Hartt u. Rathbun an.

Östlich vom Maecurú wird das Devon in der direkten streichenden Fortsetzung der Schichten von neogenen und paläogenen Tertiärablagerungen bedeckt, unter welchen es nur in der vom Bergkranze von Monte Alegre eingeschlossenen Ebene in einer beträchtlich nach Süden vorgeschobenen Partie zu Tage tritt.

Diese Ebene ist ein Überschwemmungs-Tiefcampo, dessen mittlere Höhe über dem Amazonasniveau nur 8 m beträgt. Die Berge ringsum

werden fast alle aus paläogenen Schichten aufgebaut (vergl. S. 119ff.), nur der Pico de Sa. Helena westlich von der Serra Itauajurý und die niedrigeren Hügel, mit welchen er in Verbindung steht, gehören dem Devon an; und zwar hier sowohl als auf dem Campo von Ereré ausschließlich den oberen Schichtenstufen 1 bis inkl. 4 der Maecurú-Reihe (S. 191). Die Hauptstufe der letzteren, nämlich der Spiriferensandstein, ist hier der Beobachtung nirgends zugänglich, sondern nur jene Schichten, welche den oberen fossilienführenden Horizont einschließen.

Diese Schichten sind aber nicht nur reicher an Versteinerungen, sondern auch mächtiger entwickelt als am Maecurú. Sie werden von zahlreichen Diabasgängen durchbrochen und sind auch sonst vielfach gestört. Im großen ganzen bilden sie jedoch eine flache Aufwölbung, in welcher die Schichten im Westen einen ziemlich einfachen, nach Nordwesten streichenden Sattel formen, während sie im mittleren und östlichen Teile infolge von Brüchen und Verschiebungen unregelmäßiger gelagert sind. Das vorwaltende Verflächen ist nach Nordosten gerichtet.

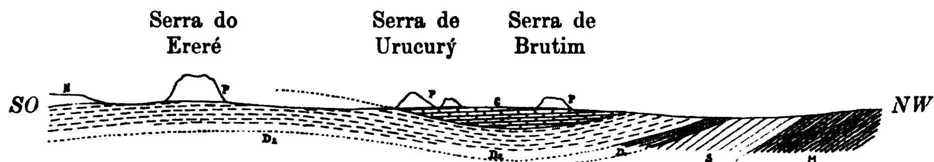


Abb. 166. Schematische Darstellung des Zusammenhanges zwischen dem Paläozoikum am Rio Maecurú und dem Ereré-Devon.

M Metamorphe Schiefer. — *S* Silur. — D_1 untere, D_2 obere fossilienführende Stufe des Devon. — *C* Carbon. — *P* Paläogen. — *N* Neogen.

(Eruptivgesteine und Störungen wurden nicht berücksichtigt.)

Da die Maecurú-Schichten zumeist flach nach Südwesten einfallen, ergänzen sie sich mit der Aufwölbung von Ereré zu einer Falte, wie es das schematische Profil Abb. 166 veranschaulicht.

Die mächtigere Entfaltung des Ereré-Devon bedingt eine etwas größere petrographische Mannigfaltigkeit desselben, als sie die oberen Maecurú-Schichten aufweisen, ohne daß aber die Analogie der Entwicklung dadurch verwischt würde. Smith und Hartt (L. 23) haben 14 verschiedene Schichtenstufen ausgeschieden und eine davon noch in 3 Unterstufen zerlegt und für alle zusammen eine beiläufige Gesamtmächtigkeit von 55 m angegeben. Da jedoch die Reihenfolge dieser Schichten in den Aufschlüssen von Ereré nicht wieder erkannt zu werden vermochte, muß von einer weiteren Berücksichtigung dieses Gliederungsversuches abgesehen werden.

Die tiefsten in den Bacheinschnitten des Campo von Ereré anstehenden Devonschichten sind im frischen Zustande schwarze, sehr fein-

körnige bis dichte, zähe, dünnbankige oder plattige Hornsteine, welche teils von sich blättrig auflösenden quarzitischen Schiefern, teils von mehr tonigen und sandsteinartigen Schichten durchschossen werden. Die Hornsteine besitzen muschligen Bruch und ähneln bisweilen Kieselschiefern, oder machen den Eindruck hochkieseliger Mergelkalke. Sie sind jedoch kalkfrei, wohl aber von sekundärer Kieselsäure durchtränkt. Wo sie offen liegen, wie im Airý-Bache bei der Fazenda Lavrada, oder in den Cachoeirinha-Bächen, deren Stromschnellen durch sie bewirkt werden, pflegen sie von sich kreuzenden Kluftsystemen so durchsetzt zu sein, daß die Schichtenflächen fast wie eine mit behauenen Steinen gepflasterte Straße aussehen. Da alle übrigen Klüfte an den nach 23^h streichenden absetzen, ist dieses südnördliche System das jüngste und ausgeprägteste.

Die schwarzen Hornsteine werden durch Verwitterung lichtgrau, auch rot und gebändert. Sie sind es, aus welchen die Schwefelquellen von Ereré entspringen (vergl. S. 54), in deren Nähe sie hauptsächlich

---

Erklärung der Versteinerungs-Tafel XIII auf S. 205:

1 (167) *Ptomatis forbesi* Clarke von oben. — 2a, b *Tropidocyclus gilletianus* Hartt u. Rathbun sp. Rücken- und Seitenansicht. Von Ereré. — 3a, b, c *Bellerophon morganianus* Hartt u. Rathbun. 3a Größeres Exemplar mit teilweise erhaltenem Peristom von vorne; 3b und 3c Rücken- und Seitenansicht eines kleineren Individuums. Von Ereré. — 4a, b *Bucaniella coutinhoana* Hartt u. Rathbun sp. Rücken- und Seitenansicht. Von Ereré. — 5a, b *Bellerophon stelzneri* Clarke. Seiten- und Mündungsansicht. Vom Rio Curuá. — 6a, b *Platyceras steinmanni* Clarke. Ventral- und Seitenansicht. — 7 *Platyceras whithei* var. *curuá* Clarke. Profilansicht. Vom Rio Curuá. — 8a, b *Platyceras symmetricum* Hall (?) var. *maecuruense* Clarke. Seiten- und Rückenansicht. — 9 *Platyceras hartti* Clarke. — 10a, b *Platyceras meerwarthi* Katzer. Von zwei Seiten. — 11a, b *Platyceras gracilis* Katzer. Von beiden Seiten. — 12 *Platyceras coutoanus* Katzer. Profilansicht. — 13a, b, c *Platyceras subconicum* Katzer. 13a von oben, 13b von der Langseite, 13c von der Schmalseite. — 14a, b, c *Platyceras tschernischewi* Katzer. 14a von oben, 14b von der Langseite, 14c von der Schmalseite. — 15 *Nuculites smithi* Clarke. Linke Klappe. — 16 *Nuculites nyssa* Hall, var. *majora* Clarke. Linke Klappe. Von Ereré. — 17 *Leda diversa* Hall. Steinkern der linken Klappe. Von Ereré. — 18 *Palaeoneilo sulcata* Hartt u. Rathbun. Rechte Klappe. Von Ereré. — 19 *Palaeoneilo orbignyi* Clarke. Rechte Klappe. — 20 *Cimitaria karsteni* Clarke Rechte Klappe. — 21 *Pholadella parallela* Hall. Linke Klappe. Von Ereré. — 22 *Toechomya rathbuni* Clarke. Steinkern der rechten Klappe. — 23 *Sphenotus bodenbenderi* Clarke. Rechte Klappe. — 24 *Tentaculites stübeli* Clarke, 3mal vergrößert. — 25a, b, c *Tentaculites eldredgianus* Hartt u. Rathbun. 25a 3mal vergrößert, von Ereré; 25b ein teilweise geöffnetes Exemplar in natürlicher Größe, 25c dasselbe wenig mehr als 3mal vergrößert. — 26a, b *Tentaculites eldredgianus* H. u. R.? var. 26a Bruchstück 6mal vergrößert; 26b Profillinie der Wand 15mal vergrößert. — 27a, b *Tentaculites crotalinus* Salter? 27a Bruchstück 8mal vergrößert; 27b Querschnitt durch zwei Ringe 20mal vergrößert. — 28a, b *Tentaculites tenellus* Katzer. 28a Bruchstück 5mal, 28b Querschnitt 10mal vergrößert. — 29a, b (195) *Styliolina clavulus* Barrande sp. 5mal vergrößert.

Die Abbildungen 1—9 und 15—25 nach Clarke, die übrigen nach Originalen, wo kein anderer Fundort angegeben durchwegs aus dem Spiriferensandstein der Talrinne des Maecurú. Falls nicht anders bemerkt, in natürlicher Größe.

Versteinerungs-Tafel XIII.

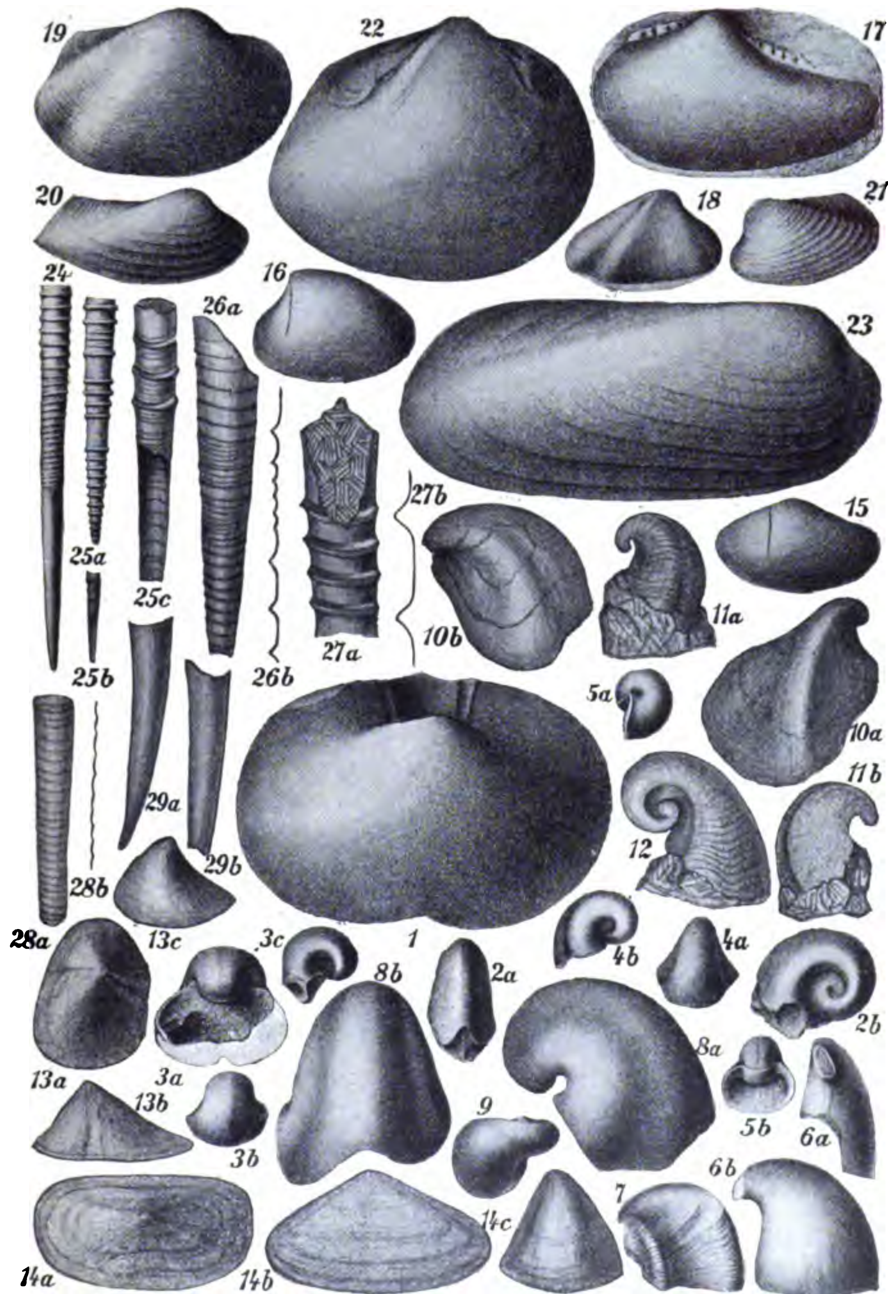


Abb. 167 (1) bis 195 (29): Versteinerungen des Devon im unteren Amazonasgebiete.
(Erklärung auf S. 204.)

reichlich von sekundärer Kieselsubstanz durchsetzt sind. Manche Lagen der Hornsteine sind mit feinverteiltem Eisenkies imprägniert, infolge dessen Zersetzung sie von Eisenocker überkrustet zu sein pflegen. Auf den eisenkiesreichen dünnblättrigen tonigen Zwischenschichten scheidet sich stellenweise durch Verwitterung reichlich Aluminit aus. Die offene Mächtigkeit der Hornsteinschichten, die nur undeutliche Spuren von Versteinerungen enthalten, dürfte etwa 10 m betragen. Sie entsprechen der Schicht 4 des Maecurú-Profiles.

In ihrem Hangend folgt eine etwa 20 m mächtige Schichtenreihe, bestehend aus einer Wechselfolge von dunkelgrauen oder schwarzen, mehr minder feinkörnigen Quarzsandsteinen mit tonigem Bindemittel und sehr feinkörnigen, teils kieseligen und harten, häufiger aber milden, schwarzen, bituminösen und kohligen Tonschiefern.

Diese Schichten, welche infolge Verwitterung an der Oberfläche gewöhnlich gebleicht, manchmal bis in beträchtliche Tiefen hellgrau, zuweilen gebändert oder fleckig, selten rot erscheinen, finden sich namentlich zu beiden Seiten des Ereré-Baches gut aufgeschlossen. Hier und da, zumal in den obersten Lagen, kommen darin vereinzelte Fossilien vor, insbesondere *Orbiculoidea lodensis* Hall sp. und kleine *Lingula*-Arten.

Weiter aufwärts folgt das Hauptgestein des Ereré-Devon: ein von Hämatitpartikeln rosa bis braunrot gefärbter, fein- bis mittelkörniger, dünnschichtiger bis schieferiger, mehr oder minder glimmerreicher Quarzsandstein mit kaolinischem Bindemittel, dessen einzelne Bänke reich an Versteinerungen sind. Untergeordnete Lagen dieses Sandsteines sind grau

---

Erklärung der Versteinerungs-Tafel XIV auf S. 207:

1 (196) *Actinopteria eschwegei* Clarke. Linke Klappe. — 2 *Actinopteria humboldti* Clarke. Linke Klappe. — 3 *Leiopteria browni* Clarke. Steinkern der rechten Klappe. — 4 *Modiomorpha helmreicheni* Clarke. Steinkern der rechten Klappe. — 5 *Modiomorpha sellowi* Clarke. Linke Klappe. — 6 *Modiomorpha pimentana* Hartt u. Rathbun. Linke Klappe mittlerer Größe. Von Ereré. — 7a, b *Nucula kayseri* Clarke. 7a linke Klappe, 7b Vorderansicht. Beiläufig 2mal vergrößert. Von Ereré. — 8 *Nucula bellistriata* Conrad, var. *parvula* Clarke. Linke Klappe. — 9a, b *Nuculites ererensis* Hartt u. Rathbun. Linke und rechte Klappe verschiedener Exemplare. Von Ereré. — 10 *Goniomorpha woodwardi* Clarke. Linke Klappe. Etwas mehr als 3mal vergrößert. Von Ereré. — 11 *Palaeoneilo? pondiana* Hartt u. Rathbun sp. Linke Klappe. Von Ereré. — 12 *Edmondia sylvana* Hartt u. Rathbun. Linke Klappe. Von Ereré. — 13 *Cypricardella pohli* Clarke. Rechte Klappe. — 14 *Cypricardella hartti* Clarke. Rechte Klappe eines mäßig großen Exemplares. — 15a, b *Grammysia lundi* Clarke. Linke Klappe, 15b von der Schloßseite. — 16 *Grammysia burmeisteri* Clarke. Linke Klappe. — 17 *Grammysia pissisi* Clarke. Linke Klappe. — 18 *Grammysia gardneri* Clarke. Rechte Klappe. — 19 *Grammysia ulrichi* Clarke. Linke Klappe. Von Ereré. — 20 (215) *Sphenotus gorceixi* Clarke. Rechte Klappe. Von Ereré.

Alle Abbildungen nach Clarke, wo nicht anders angegeben fast in natürlicher Größe. Die Stücke, bei welchen kein anderer Fundort bemerkt ist, stammen durchwegs vom Rio Maecurú.

Versteinerungs-Tafel XIV.

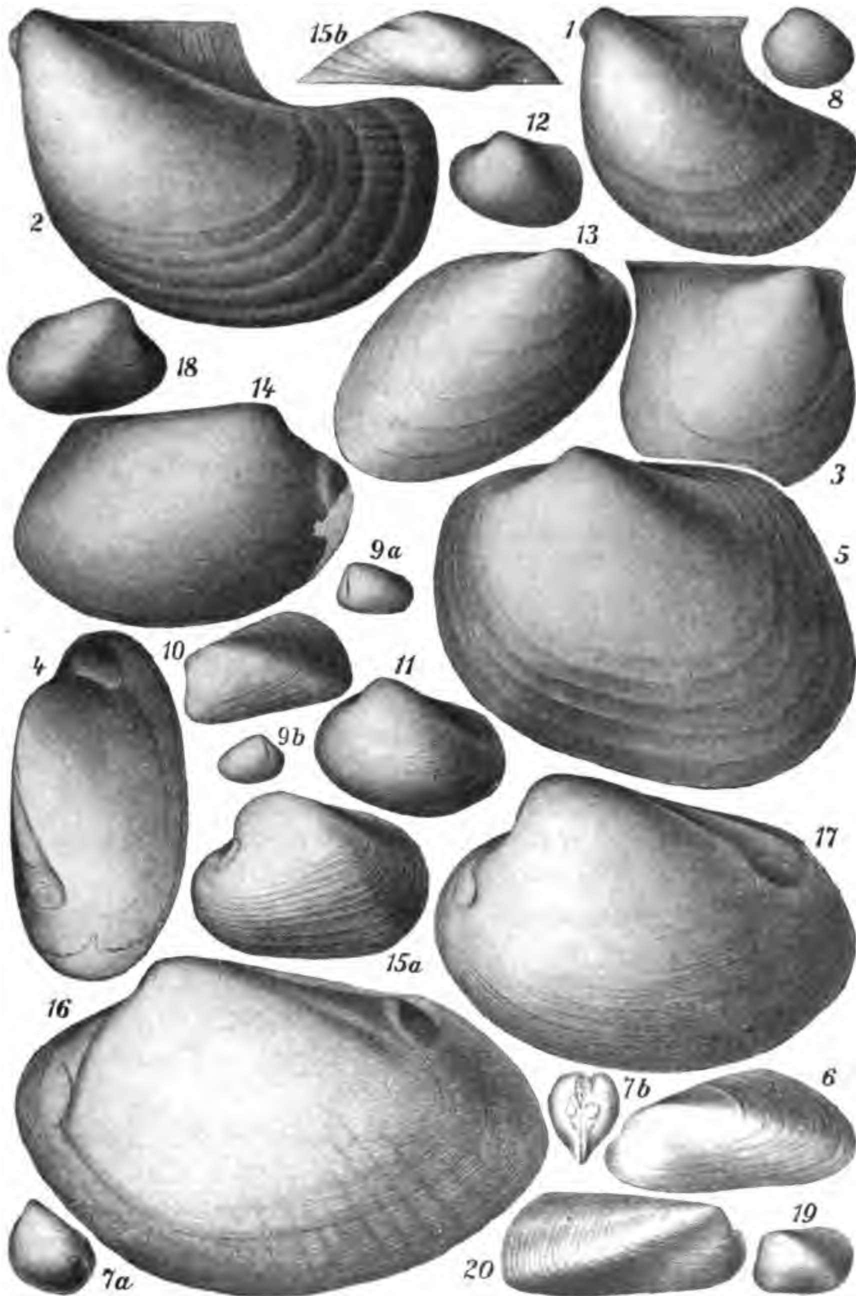


Abb. 196 (1) bis 215 (20): Lamellibranchiaten des Devon im unteren Amazonasgebiete.
(Erklärung auf S. 206.)

gefärbt, andere fast weiß; die feinsandig-kaolinischen, zumeist glimmerreichen, dünnschieferigen Zwischenschichten pflegen gewöhnlich hell violett zu sein, oder auch braun gefleckt. Im allgemeinen ist jedoch die rötliche Farbe für den fossilienreichen Ereré-Sandstein und Sandsteinschiefer bezeichnend. Sie wird durch sekundäre Hämatitisierung auf dem periodisch inundierten Campo lokal bis zur intensiven Rotfärbung gehoben. Das Gestein ist durchfeuchtet mürbe und unregelmäßig brüchig, lufttrocken ziemlich gut spaltbar. Die stärkeren Bänke neigen bei Verwitterung zu kugeliger Absonderung. Zwischen dem Abfall des neogenen Hügellandes von Monte Alegre und dem Ereré-Bache, sowie jenseits dieses Baches auf dem Campo nördlich vom Dorfe Ereré ist diese Schichtenstufe allgemein verbreitet und baut mehrere von den sich über die Tiefebene wallartig erhebenden Tézos auf. Ihre Mächtigkeit dürfte 25 m kaum überschreiten. Die meisten Fossilien finden sich darin auf der Westseite des Baches im Norden vom Dorfe.

Die obersten Schichten des Ereré-Devon sind schwarze Tonschiefer, teils mild und abfärbend, teils sandig und glimmerig. Die letzteren Lagen führen stellenweise, wie z. B. östlich vom Dorfe, Versteinerungen. Die milden tonigen Schiefer sind fossilienfrei, pflegen jedoch fast immer reichlich von Pyrit imprägniert zu sein, welcher darin mit Vorliebe in Form von aus Würfeln zusammengesetzten rosettenartigen Knollen auftritt. Zersetzte Lagen solcher pyritischer Schiefer sind reich an Aluminit und Halotrichit. Diese Schichtenstufe, deren Mächtigkeit auf 15—20 m geschätzt werden kann, ist südlich vom Dorfe am Fuße der Serra do Ereré entwickelt und erstreckt sich in einem breiten Zuge westwärts gegen die Serras de Maxirá und do Paraiso. Noch mächtiger entfaltet ist sie im Norden des Campo am Ost- und Südfuße der Serra Itauajurý, von wo sie sich westwärts bis zur Serra de Sa. Maria hinzieht.

Das Devon von Ereré wird an zahlreichen Stellen von Diabasen durchsetzt, von welchen die in Gangform auftretenden wohl jünger sind, als jene, welche stock- oder deckenförmige Ergüsse bilden und von Tuffen und Schalsteinschiefern begleitet werden. Dies ist der Fall sowohl auf der Nordseite der Serras do Ereré und Aroxí, als auch im Bereiche der Serras Itauajurý, Sa. Helena und Sa. Maria.

Auf der Nordseite der Serra de Aroxí werden die schwarzen devonischen Hangendschiefer von grüngrauen, erbsengrünen oder roten Schalsteinschichten mit bis 40 m Mächtigkeit überlagert und teilweise schieben sich die Schalsteine auch zwischen die schwarzen Tonschiefer ein, so daß die Bildungszeit dieser letzteren ohne Zweifel mit der Ablagerung des Diabastuffmateriales zusammenfällt. Der Diabas- (oder Basalt-?) Gang, welcher die Serra de Aroxí bis fast zum Gipfel durchbricht, muß natürlich bedeutend jünger sein.

Am Fuße der nördlichen Serras des Bergkranzes von Monte Alegre sind es ebenfalls hauptsächlich die schwarzen Tonschiefer, welche mit Diabastuffen und Schalsteinen in Verbindung stehen. Auf der Westseite der Serra Itauajurý werden die Schiefer von geschichteten Schalsteinen überlagert, welche ihrerseits die Unterlage des dortigen Carbon bilden (vergl. S. 127). Auf der Südseite der Serra sind die schwarzen Schiefer im Bereiche der spanischen Kolonie mächtig entwickelt. Sie sind hier zumeist feintonig, mild und abfärbend und wurden für Steinkohlen gehalten, auf welche an der Estrada F ein Versuchsschacht niedergetrieben wurde, der natürlich ebenso hoffnungslos war, wie eine Schachtabteufung nordöstlich beim Dorfe Ereré (L. 62). Die schwarzen Tonschiefer von Jacaré sind lagenweise sehr reich an den oben erwähnten rosettenartigen Pyritkristalldrusen.

Weiter westlich im Bereiche des Hügelzuges, dessen Haupthöhen die Serras Sa. Helena und Sa. Maria sind, treten nicht nur die schwarzen Tonschiefer zu Tage, sondern das Devon ist dort fast vollständig entwickelt, wie im Campo von Ereré. Die untersten Hornsteine sind zwar nicht entblößt, wohl aber die nächstfolgenden schwarzen Quarzsandsteine und Schiefer und die darüber lagernden roten schieferigen Sandsteine, in welchen hier aber bis jetzt keine Fossilien gefunden wurden. Diese letzteren schieferigen Gesteine nehmen den Gipfel der beiden Serras ein und liegen somit im Pico de

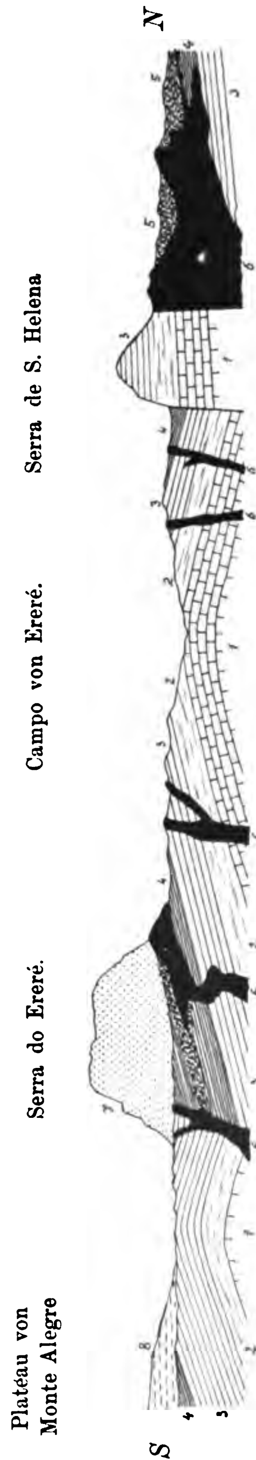


Abb. 216. Profil durch das Devon innerhalb des Bergkranzes von Monte Alegre.

1—5 Devon, u. zw.: 1 Dunkler Hornstein; 2 Dunkle Quarzsandsteine durchschossen von Schiefern; 3 Rötliche Sandsteine und Sandsteinschiefer, fossilienführender Horizont von Ereré; 4 Schwarze Tonschiefer durchsetzt von Schalsteinen; 5 Schalstein und Diabastuff. — 6 Diabas und verwandte Eruptivgesteine. — 7 Paläogen. — 8 Neogen.

Verhältnis der Höhe zur Länge annähernd wie 8 : 1.

Sa. Helena rund 100 m höher als die betreffenden Aufschlüsse des Campo von Ereré (vergl S. 125). Da die Lagerung eine nach Westen geneigte ist und im Süden den genannten Bergen die schwarzen Tonschiefer vorlagern, kann diese bedeutende Höhenlage nur durch Störungen und weitgehende Erosion, wie sie das Profil Abb. 216 zu veranschaulichen sucht, bewirkt worden sein. Das kleine Campo südöstlich von der Serra de Sa. Helena wird ebenfalls von roten schieferigen Devonsandsteinen eingenommen, die nach Süden zu von den schwarzen pyritreichen Tonschiefern regelmäßig überlagert werden. Über diese normal gelagerten Schichten erhebt sich der Hügelzug der Serra wie ein Horst um so mehr, als das besagte Campo ein Überschwemmungs-Tiefcampo ist und auch im Westen der Serra Sa. Maria eine scharfe Begrenzung des Horstes stattzufinden scheint. Alle diese gestörten Lagerungsverhältnisse müssen aber erst noch näher studiert werden.

Möglicherweise werden sie mitbedingt durch die Diabasdurchbrüche, welche gerade in diesem Gebiete sehr ausgedehnt sind. Ein südöstlicher Vorhügel der Serra de Sa. Helena besteht fast zur Gänze aus Diabas, welcher auch etwa 6 km westlich von der Serra nach Smiths Beobachtungen (L. 23) ein mächtiges intrusives Lager in schwarzen Tonschiefern bildet, die am Kontakt stark metamorphosiert sind. Die Hügelgruppe nördlich von der Serra de Sa. Helena bis zur Fortsetzung der Serra de Maracá besteht ebenfalls wesentlich aus Diabas und das Land rundum aus Diabastuffen.

Das Devon innerhalb des Bergkranzes von Monte Alegre hat bis jetzt nur in der näheren Umgebung von Ereré Fossilien geliefert und auch hier treten sie in größerer Menge bloß in den schieferigen roten Sandsteinen, in den sonstigen Schichten aber nur spurenweise auf.

Die gegenwärtig bekannte Fauna von Ereré umfaßt die folgenden Arten:

Echinodermata:

Crinoidea:

Ctenocrinus sp. Stielglieder (Taf. XII, Abb. 18).

Molluscoidea:

Brachiopoda:

Lingula cf. *spatulata* Hall.
L. ererensis Rathbun.
L. rodriguesi Rathbun.
L. stauntoniana Rathbun.
L. graçana Rathbun.
Orbiculoidea lodiensis Hall.
Dalmanella nettoana Rathbun sp.
Tropidoleptus carinatus Conrad sp. (Taf. X, Abb. 6).
Vitulina pustulosa Hall (Taf. X, Abb. 8, Taf. XII, Abb. 1a).

Orthothetes agassizi Hartt u. Rathbun sp. (Taf. XI, Abb. 6).
Chonetes comstockei Hartt u. Rathbun (Taf. XII, Abb. 2).
Ch. onettianus Rathbun.
Ch. herbert-smithi Hartt u. Rathbun (Taf. XII, Abb. 4).
Ch. freitasi Rathbun (?) (Taf. XII, Abb. 3).
Spirifer pedroanus Hartt u. Rathbun (Taf. X, Abb. 2).
Sp. cf. *granulosus* Conrad.
Sp. valenteanus Hartt.
Cyrtina (?) curupira Rathbun.
Rhynchonella ererensis Rathbun.
Camarotoechia cf. *dotis* Hall sp. (Taf. X, Abb. 5).
Terebratula derbyana Hartt u. Rathbun (Taf. XII, Abb. 7).
Centronella jamesiana Hartt u. Rathbun sp. (Taf. XII, Abb. 5).
C. wardiana Hartt u. Rathbun sp.

Mollusca:

Lamellibranchiata:

Modiomorpha pimentana Hartt u. Rathbun (Taf. XIV, Abb. 6).
Nucula kayseri Clarke (Taf. XIV, Abb. 7).
Nuculites ererensis Hartt u. Rathbun (Taf. XIV, Abb. 9).
N. nyssa Hall, var. *majora* Clarke (Taf. XIII, Abb. 16).
N. branneri Clarke.
Palaeoneilo sulcata Hartt u. Rathbun (Taf. XIII, Abb. 18).
P. (?) pondiana Hartt u. Rathbun (Taf. XIV, Abb. 11).
P. sp. nov.
P. (?) simplex Hartt u. Rathbun.
Leda diversa Hall (Taf. XIII, Abb. 17).
Goniophora woodwardi Clarke (Taf. XIV, Abb. 10).
Sphenotus gorceixi Clarke (Taf. XIV, Abb. 20).
Pholadella parallela Hall (Taf. XIII, Abb. 21).
Grammysia ulrichi Clarke (Taf. XIV, Abb. 19).
Edmondia sylvana Hartt u. Rathbun (Taf. XIV, Abb. 12).

Gastropoda:

Bellerophon morganianus Hartt u. Rathbun (Taf. XIII, Abb. 3).
Bucaniella coutinhoana Hartt u. Rathbun (Taf. XIII, Abb. 4).
Tropidocyclus gillетianus Hartt u. Rathbun (Taf. XIII, Abb. 2).
Pleurotomaria rochana Hartt u. Rathbun (Taf. XII, Abb. 16).
Platyceras symmetricum Hall (vergl. Taf. XIII, Abb. 8).
Diaphorostoma furmanianum Hartt u. Rathbun (Taf. XII, Abb. 13).

Pteropoda:

Tentaculites eldredgianus Hartt u. Rathbun (Taf. XIII, Abb. 25).

Arthropoda. Crustacea:

Trilobitae:

Homalonotus oiara Hartt u. Rathbun.
Dalmanites ulrichi Katzer (Taf. XV, Abb. 18).
D. (Cryphaeus) paitúna Hartt u. Rathbun (Taf. XV, Abb. 11).

Ostracoda:

Beyrichia sp.

Östlich vom Bergkranz von Monte Alegre sind Devonablagerungen im Norden des Amazonas durch Fossilien zwar nirgends nachgewiesen; nach petrographischen Merkmalen zu urteilen sind sie aber sowohl am untersten Parú als am Jarý entwickelt und erstrecken sich anscheinend bis in die Gegend von Mazagão.

Vom unteren Jarý erhielt ich Proben von schwarzen Tonschiefern mit rosettenförmigen Pyritdrusen von absolut identischer Beschaffenheit wie jene vom Fuße der Serras Itauajurý und Ereré. Dieselben Schiefer sollen auch den untersten Parú begleiten und an beiden Flüssen werden sie für Steinkohlen gehalten — der im unteren Amazonasgebiete schon gewöhnliche Irrtum. Ihr Liegendes bilden glimmerig-hämatitische Quarzsandsteine, die wahrscheinlich den fossilienreichen Devonsandsteinen von Ereré entsprechen. Die schwarzen devonischen Tonschiefer erstrecken

---

Erklärung der Versteinerungs-Tafel XV auf S. 213:

1 (217) *Homalonotus derbyi* Clarke. Mittelstück des Kopfschildes. — 2a, b *Homalonotus (Calymene) acanthurus* Clarke. Bruchstück des Pygidiums von oben und im Profil. — 3 *Phacops brasiliensis* Clarke. Kopfschild 3mal vergrößert. — 4 *Phacops menurus* Clarke. Bruchstück des Schwanzschildes 2mal vergrößert. — 5 *Phacops scirpeus* Clarke. Pygidium. — 6a, b, c, d *Phacops goeldii* Katzer. 6a Teil eines Kopfschildes von vorne, 6b von der Seite (gezeichnet nach dem Spiegelbild); 6c Glabella eines anderen Exemplares, 6d Profillinie derselben. — 7 *Phacops? pullinus* Clarke. Pygidium 2mal vergrößert. — 8a, b und 9a, b *Phacops?* sp. Bruchstücke von Schwanzschildern und ergänzte Querschnitte derselben; 9b richtig bloß in Bezug auf die flache Wölbung, die Mittelaxe gänzlich verfehlt. — 10 *Phacops (Dalmanites) macropyge* Clarke. Pygidium. — 11a, b *Dalmanites (Cryphaeus) paitúna* Hartt u. Rathbun. 11a Stück des Kopfschildes in 2facher Vergrößerung; 11b Pygidium. Von Ereré. — 12a, b, c, d *Dalmanites maecurúa (Synphoria stemmatus)* Clarke. 12a eine sehr große Glabella; 12b, c unvollständiges Hypostom von oben und von der Seite, mit Ergänzung des wahrscheinlichen Umrisses; 12d Pygidium. — 13 *Dalmanites australis* Clarke. Fast vollständiges Kopfschild 2mal vergrößert. — 14 *Dalmanites galea* Clarke. Kopfschild 2mal vergrößert. — 15 *Dalmanites infractus* Clarke. Glabella 2mal vergrößert. — 16 *Dalmanites tumilobus* Clarke. Mittelstück des Kopfschildes 2mal vergrößert. — 17a, b *Dalmanites gemellus* Clarke. 17a Bruchstück, 17b vollständige Glabella mit gröberer Tuberkulierung als die erstere. — 18a, b, c (234) *Dalmanites ulrichi* Katzer. Fast vollständiges Pygidium von oben, von der Seite und im Querschnitt. Von Ereré.

Jene Abbildungen, bei welchen keine Vergrößerung vermerkt ist, in natürlicher Größe; 6, 8, 9, 17b und 18 nach Originalen, die übrigen nach Clarke. Wo kein anderer Fundort angegeben, durchwegs vom Rio Maecurú.

Versteinerungs-Tafel XV.

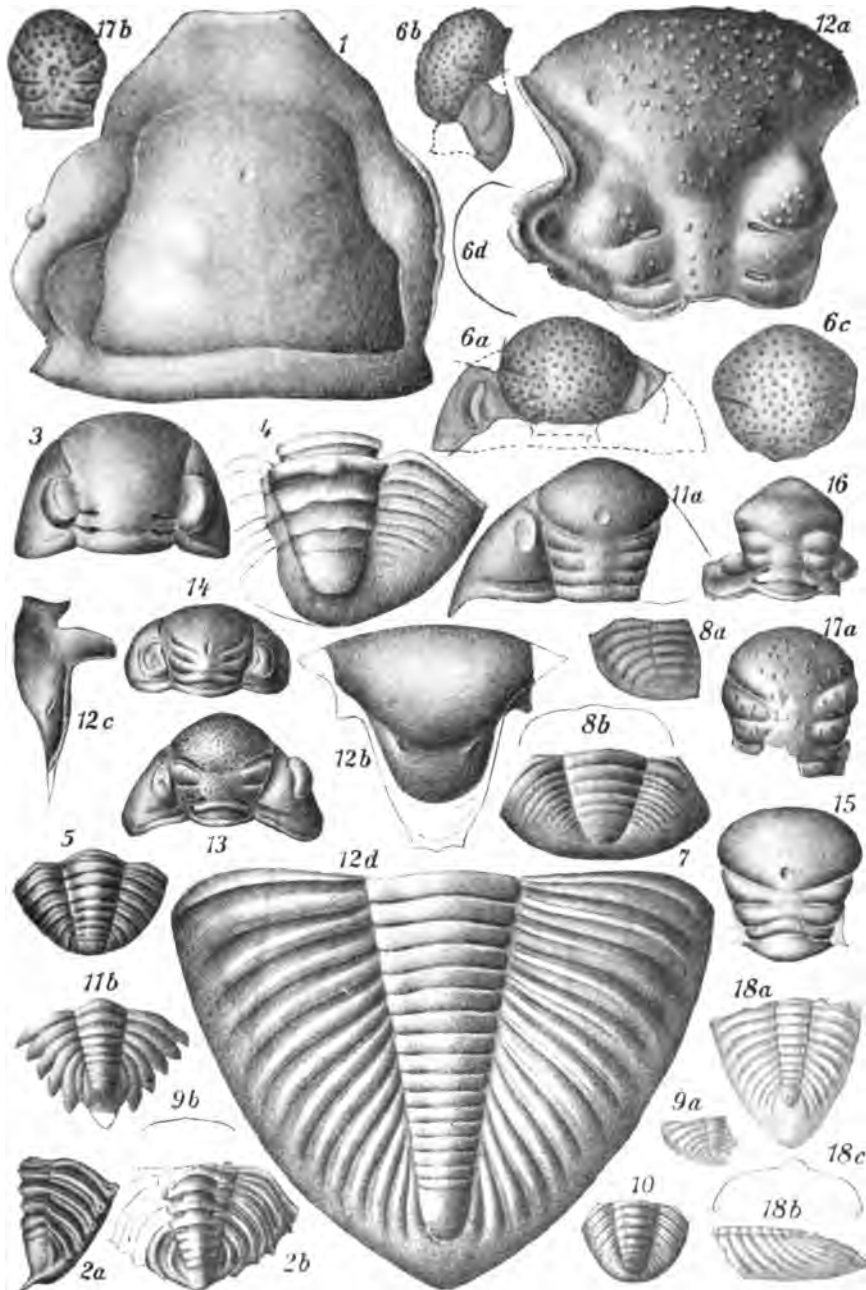


Abb. 217 (1) bis **234** (18): Trilobiten des Devon im unteren Amazonasgebiete. (Erklärung auf S. 212.)

sich anscheinend bis zum Cajarý und greifen vielleicht sogar bis auf die Inseln nördlich von Gurupá herüber, weil dort bei einer Brunnengrabung angeblich schon in 6 m Tiefe ganz dieselben Schiefer mit den gleichen Pyritdrusen angefahren wurden. Die Bestätigung dieser Angabe wäre von größter Wichtigkeit, weil sie beweisen würde, daß im Innern des Mündungstrichters des Amazonas in geringer Teufe unter dem Quartär paläozoisches Grundgebirge ansteht.

Nach Ch. Vélains Zusammenfassung der geologischen Ergebnisse der Reisen Crevaux's (L. 39) sollen übrigens die pyritreichen schwarzen Schiefer am Jarý nicht nur am Unterlauf, sondern auch noch weiter im Norden auftreten, wo sie angeblich von Konglomeraten begleitet und von zahlreichen Quarzgängen durchsetzt werden.

Östlich vom Cajarý scheinen die schwarzen Schiefer nicht entwickelt zu sein; wenigstens befand sich unter den zahlreichen Gesteinsproben, welche Aureliano P. Lima Guedes aus den Flußgebieten des Maracá und Anauerapucú einlieferte*), nichts dergleichen, wohl aber hämatitische und glimmerige, teilweise auch limonitische Quarzsandsteine, die petrographisch recht gut mit den fossilienführenden schieferigen Devonsandsteinen von Ereré, bezw. dem Spiriferensandstein vom Maecurú übereinstimmen. Die ethnographischen Zwecken gewidmeten Reisen Lima Guedes' erstrecken sich am Maracá bis zum Igarapé do Lago und der Serra do Laranjal, am Anauerapucú (oder Rio da Villa Nova) bis oberhalb der Campos da Rainha, d. h. in beiden Fällen etwa 50 km flußaufwärts. Das Vorhandensein von devonischen Ablagerungen in diesem Landstrich ist um so mehr wahrscheinlich, als nach D. Ferreira Pennas Angaben am Maracá auch Silur entwickelt sein soll.

Zur Beurteilung der Verbreitung des Devon vom Curuá nach Westen besitzen wir zur Zeit nur den einen Anhalt, daß der Trombetas teilweise in Devonschichten eingefurcht zu sein scheint. O. A. Derby, dem wir die grundlegenden geologischen Untersuchungen der Ufer dieses Stromes verdanken, hat zum Devon schon die Spirophytongebilde enthaltenden Schichten am Lago Tapagem gezählt, die wir ebenso wie die weiter flußaufwärts anstehenden mürben weißen Sandsteine noch zum Carbon einbeziehen (vergl. S. 175). Da oberhalb der Mündung des Rio Mapuera Silur entwickelt ist, kann nur die Stromstrecke etwa vom Lago de Macachera und dem Igarapé de Jacaré aufwärts bis etwas oberhalb der ausgedehnten Cachoeira Porteira (nach Coudreaus Karte immerhin gegen 50 km) dem Devon angehören. Die betreffenden Schichten, welche anscheinend flach nach Südwesten einfallen oder horizontal liegen, haben leider keine Fossilien geliefert, so daß ihre Zugehörigkeit zum Devon nicht völlig gesichert ist. Sie bestehen aus schwarzen und roten

*) Boletim do Museu Paraense II, 1897, pag. 62.

sandig-glimmerigen Schiefern mit einzelnen Sandsteinbänken, die etwa den Ereréschichten entsprechen könnten, jedoch läßt sich bei der Spärlichkeit der bezüglichen Nachrichten nichts Genaueres darüber sagen.

Was zur Zeit über die paläozoischen Ablagerungen am Nhamundá bekannt ist, wurde oben (S. 171) kurz berichtet.

Wenn schon die in den letzten Zeilen zusammengefaßten Kenntnisse von einem großen Teile der Devonablagerungen nördlich vom Amazonas als sehr bescheiden bezeichnet werden müssen, so ist das, was gegenwärtig über das Devon im Süden des Stromes bekannt ist, noch viel weniger befriedigend. Die im Staate Pará südlich vom Amazonas zum Devon gezählten Schichten haben bis jetzt nirgends Fossilien geliefert und da auch ihr Schichtenverband kein völlig gesicherter ist, bleibt ihre stratigraphische Stellung vorläufig ungewiß. Ihre Zuzählung zum Devon gründet sich ausschließlich auf petrographische Analogien.

In der Talfurche des Tapajós scheinen die roten quarzitischen Gesteine des Apuhý-Falles und die weiter flußabwärts in ihrem Hangend auftretenden Schalsteine und Tonschiefer, welche letzteren durch die darin aufsetzenden Eruptivmassen eine mehr minder weitgehende Metamorphosierung erfahren haben, dem Devon anzugehören, ebenso wie wahrscheinlich der größte Teil der weiter aufwärts den Strom bis Bacabal begleitenden ähnlichen Gesteine (vergl. S. 143). An den beiden rechtsseitigen Zuflüssen des Tapajós, dem Itapacurá assú und dem Cuparý, treten in bedeutender Mächtigkeit schwarze Tonschiefer mit reichlichen Pyritausscheidungen auf, die petrographisch mit den obersten devonischen schwarzen Schiefern von Ereré und Itauajurý übereinstimmen und wie diese mit Diabasen und Diabastuffen im Verbande stehen. Sie selbst und die sie unmittelbar unterlagernden Sandsteine dürfen daher wohl mit einiger Sicherheit zum Devon einbezogen werden.

Ähnliche Tonschiefer treten am Xingú in der großen Volta unterhalb der Cachoeira de Itamaracá zu Tage, werden aber alsbald von jugendlichen Ablagerungen verdeckt. Auch diese Tonschiefer stehen mit Diabasen und Schalsteinen in Verbindung, welche sich über das von der Volta umschlossene Land nach Westen erstrecken.

Östlich vom Xingú kennt man sicheres Devon ebenfalls nicht. Die von Hartt untersuchten paläozoischen Ablagerungen in der Talrinne des Tocantins vom Guariba-Falle abwärts wurden von ihm sämtlich für Silur erklärt, können aber zum Teil vielleicht auch dem Devon angehören. Von den Schichtgesteinen oberhalb der Itaboca-Katarakte wissen wir nicht mehr, als was P. Ehrenreich (l. c.) darüber mitgeteilt hat. Es ist darnach nicht unmöglich, daß die gelbbraun verwitternden Sandsteine von S. Vincente, die horizontalgelagerten schieferigen Quarzgesteine in der Gegend von S. José dos Martirios und die weiter

aufwärts folgenden, oberhalb des Secco de S. Miguel von Massengesteinen (Diabasen?) durchbrochenen Tonschiefer in diesem Abschnitt des Flußlaufes das Devon repräsentieren.

Die weiter östlich im Gebiete zwischen dem Tocantins und dem Ozean an einzelnen Flüssen aufgeschlossenen quarzitischen Sandsteine gehören vielleicht gleichfalls teilweise dem Devon an, jedoch ist ihre Zugehörigkeit zum Silur wahrscheinlicher.

Die im Bereiche des Amazonasdevon aufsetzenden Massengesteine sind vorwaltend Diabase, welche ihrer Eruptionszeit nach zum großen Teil allerdings jünger als devonisch sind. Dem Devon gehören eigentlich nur jene beschränkten Durchbrüche an, die von Tuffen und Schalsteinen begleitet werden, welche zwischen Devonablagerungen eingeschichtet sind, wie oben bei den einzelnen Vorkommen schon mehrfach erwähnt wurde.

Das Silursystem.

Durch Fossilienfunde gesicherte Vorkommen dieses Systemes kennt man dermalen nur nördlich vom Amazonas. Die Altersdeutung aller übrigen Ablagerungen, welche sonst noch im unteren Amazonasgebiete zum Silur einbezogen werden, beruht ausschließlich auf petrographischen Merkmalen und stratigraphischen Annahmen. Die Schichten, welche Versteinerungen geliefert haben, gehören dem tieferen Obersilur an; das Alter der übrigen zum Silursystem gezählten Sedimente ist völlig ungewiß und ist selbst eine teilweise Zugehörigkeit zu anderen Systemen keineswegs ausgeschlossen.

Tieferes Obersilur und fragliche sonstige Silurbildungen.

Fossilienführende Schichten dieses Alters hat O. A. Derby am Trombetas entdeckt und die gesamte dermalige Kenntnis der bezüglichen Fauna beruht auf seinen Funden.

Zunächst zählt Derby zum Silur die Schichten, welche den etwa 100 m hohen Cachorro-Hügel (Outeiro oder Morro do Cachorro, auf der rechten Seite, etwa 15 km oberhalb der Einmündung des Cachorro-Flusses in den Trombetas gelegen) vorwiegend aufbauen. Die Unterlage dieses Hügels besteht aus Felsit (Eurit), über welchen die Silurschichten balmenartig hervorragen und überhängende Felsen bilden. Die so entstandenen Aushöhlungen werden casas, d. i. Häuser, genannt, weil sie während der Regenzeit trockene Unterschlupfe bieten. Das am Morro do Cachorro herrschende Silurgestein ist ein harter, feinkörniger, glimmeriger Quarzsandstein von grauer, gelblicher oder rötlicher Farbe, welcher nicht selten ähnliche (übrigens auch im Devonsandstein von Ereré auftretende) Druckgebilde enthält, wie jene, die man aus den ober-

silurischen Medinaschichten Nordamerikas unter dem Namen *Arthrophycus harlani* Conr. kennt. Im Liegenden dieser Sandsteine sind alaunreiche Tonschiefer entwickelt.

In die streichende Fortsetzung dieser Schichten fallen die im Haupttale des Trombetas auftretenden Sandsteine, welche sich an Syenit anlehnend und mit geringen Neigungswinkeln nach Südsüdwesten einfallend, den untersten Abschnitt der Viramondo-Fälle, also (unter Berücksichtigung von Coudreaus Angaben) wohl hauptsächlich den Viramondinho und die Cachoeira de Barracão und vielleicht auch noch die Felspartien flußabwärts bis zur Mündung des Rio Mapuera, bilden. Die dem Syenit unmittelbar aufliegenden Schichten sind in einer Mächtigkeit von 5—6 m hochkieselig, nach Derby anscheinend ein Gemenge von Ton und amorpher Kieselsäure. Sie sind wohlgeschichtet, zeigen zuweilen verwittert dünnplattige Absonderung, sind von licht- und dunkelgrauer, manchmal braunfleckiger Farbe, nicht selten achatartig gebändert und besitzen muschligen Bruch. Derby hielt die Silifizierung der Schichten für eine sekundäre, durch den Syenit bewirkte, der demnach jedenfalls jünger als silurisch sein müßte. Es wird hierauf weiter unten noch zurückzukommen sein.

Über den kieseligen Schiefern folgt ein sehr feinkörniger gelblichweißer glimmeriger Sandstein, welcher unterhalb des Viramondo-Hauptfalles auf einer kleinen Insel in der westlichen Stromhälfte von Derby auf Fossilien ausgebeutet wurde, die sich in wenigen Bänken im unmittelbaren Hangend der kieseligen Schichten vorfinden. Die Versteinerungen scheinen nesterweise angehäuft zu sein, weil Derby (L. 28) ihre Seltenheit und schwierige Gewinnbarkeit betont, während J. M. Clarke, der Bearbeiter der Fauna, auf den Reichtum der ihm eingelieferten Blöcke an Fossilien besonders hinweist (L. 44). Die vom letztgenannten Forscher beschriebene Fauna dieser Sandsteine, welche sich anscheinend in gleicher Ausbildung weit nach Süden erstrecken und unter die Devonschichten der Cachoeira Porteira einschießen (vergl. S. 214), ist die folgende:

Coelenterata:

Spongiae:

Hexactinelliden-Nadeln (vergl. Taf. XVI, Abb. 23, 24).

Molluscoidea:

Brachiopoda:

Lingula cf. *oblata* Hall (Taf. XVI, Abb. 1)*).
Lingulops derbyi Clarke (Abb. 2).
Orbiculoidea hartti Clarke (Abb. 3).
Pholidops trombetana Clarke (Abb. 4).

*) Alle Abbildungen von Silurfossilien des unteren Amazonasgebietes sind auf Taf. XVI vereinigt.

Orthis callactis Dalman, var. *amazonica* Clarke (Abb. 5).
Dalmanella freitasiana Clarke (Abb. 6).
Dalm. smithi Clarke (Abb. 7).
Chonetes cf. *nova-scoticus* Hall (Abb. 8).
Anabaia paraia Clarke (Abb. 9).

Mollusca:

Lamellibranchiata:

Tellinomya pulchella Clarke (Abb. 10).
Tell. subrecta Clarke (Abb. 11).
Anodontopsis putilla Clarke (Abb. 12).
Anod. austrina Clarke.
Clidophorus brasilianus Clarke (Abb. 13).

Gastropoda:

Bucaniella trilobata Conrad, *var. viramondo* Clarke (Abb. 14).
Murchisonia sp.

Pteropoda:

Tentaculites trombetensis Clarke (Abb. 15).
Conularia amazonica Clarke (Abb. 16).

Erklärung der Versteinerungs-Tafel XVI auf S. 219:

1 (235) *Lingula* cf. *oblata* Hall. Etwas restauriert. — 2 *Lingulops derbyi* Clarke. Klappeninneres 20mal vergrößert. — 3a, b *Orbiculoidea hartti* Clarke. Rückenklappe von oben und von der Seite 3mal vergrößert. — 4a, b *Pholidops trombetana* Clarke. Rücken- und Lateralansicht 6mal vergrößert. — 5 *Orthis callactis* Dalman, var. *amazonica* Clarke. Bauchklappe 2mal vergrößert. — 6 *Dalmanella freitasiana* Clarke. Bauchklappe. — 7a, b *Dalmanella smithi* Clarke. Bauchklappe von oben und im Profil in 2facher Vergrößerung. — 8 *Chonetes* cf. *nova-scoticus* Hall. Steinkern der Rückenklappe 3mal vergrößert. — 9a, b, c, d *Anabaia paraia* Clarke. 9a Rückenklappe; 9b Steinkern einer Bauchklappe und 9c Profil eines Steinkernes; 9d Steinkern einer sehr konvexen Rückenklappe; durchwegs in doppelter Vergrößerung. — 10 *Tellinomya pulchella* Clarke. Steinkern einer linken Klappe 3mal vergrößert. — 11 *Tellinomya subrecta* Clarke. Abdruck der rechten Klappe 3mal vergrößert. — 12a, b *Anodontopsis putilla* Clarke. Linke Klappe von oben und von der Schloßseite 3mal vergrößert. — 13a, b *Clidophorus brasilianus* Clarke. Steinkern der rechten Klappe von oben und von der Schloßseite 3mal vergrößert. — 14a, b *Bucaniella trilobata* Conrad, var. *viramondo* Clarke vom Wirbel und von der Seite gesehen. — 15 *Tentaculites trombetensis* Clarke. 3mal vergrößert. — 16a, b, c *Conularia amazonica* Clarke. 16a Bruchstück eines zerpreßten Exemplares; 16b Teil eines gut erhaltenen Stückes; 16c Partie der Oberfläche stark vergrößert. — 17 *Primitia minuta* Eichwald. 10mal vergrößert. — 18a, b *Bollia lata* Vanuxem, var. *brasiliensis* Clarke. Seiten- und Bauchansicht 12mal vergrößert. — 19, 20, 21 Graptolithen-Hydrosombruchstücke ca. 10mal vergrößert: 19, 21 *Monograptus* sp., 20 *Climacograptus* sp.; 22 Gesteinsstückchen vom Maecurú mit Graptolithen in natürlicher Größe. — 23, 24 (258) Dünnschliffbilder der Spongienschichten vom Maecurú mit *Hexactinelliden*-Nadeln. Bei 23 etwa 25fache, bei 24 annähernd 40fache Vergrößerung.

Die Abbildungen 1—18 nach Clarke, die übrigen nach Originalen. Die ersteren Fossilien stammen durchwegs vom Trombetas, die letzteren vom Maecurú. Die meisten Abbildungen vergrößert, nur jene, wo keine Vergrößerung beigefügt, in natürlicher Größe.

Versteinerungs-Tafel XVI.

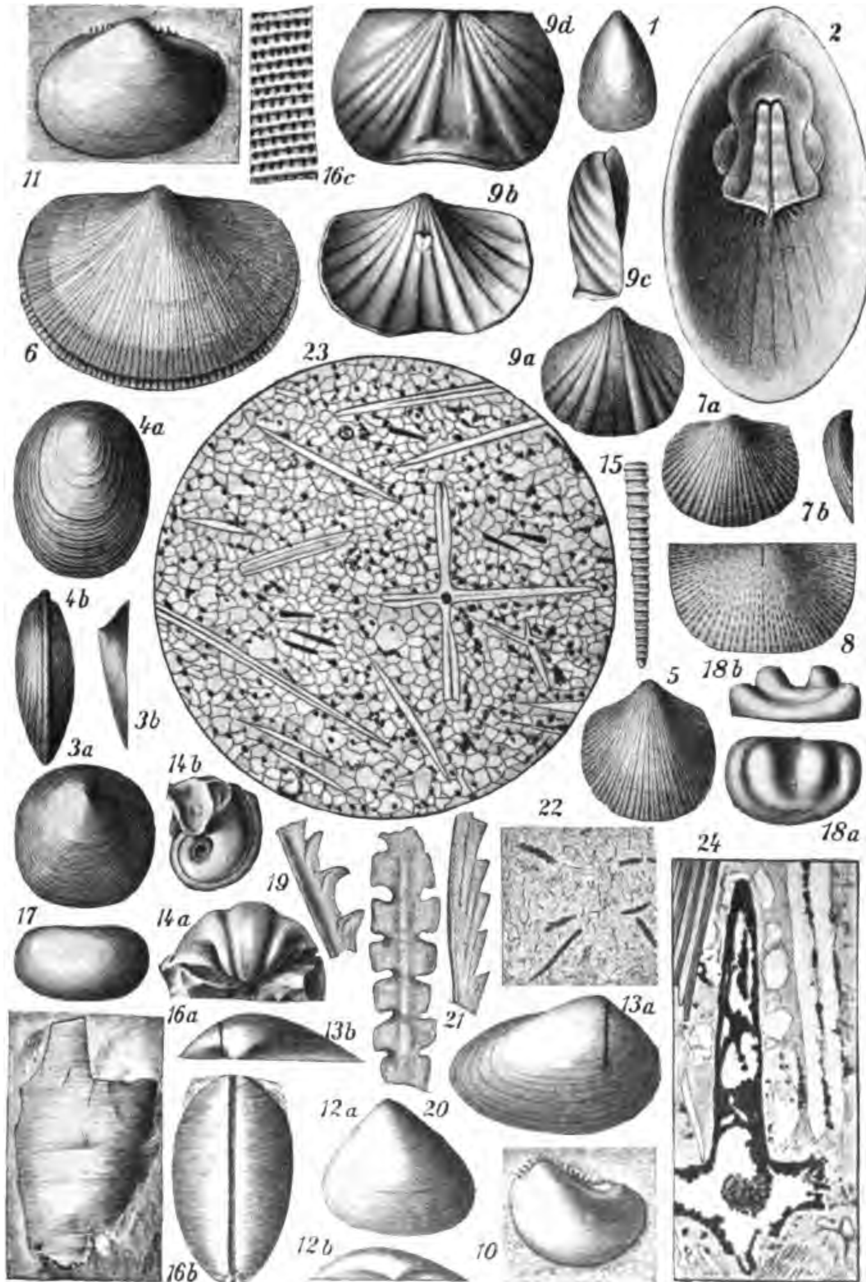


Abb. 235 (1) bis 258 (24); Versteinerungen des Silur im unteren Amazonasgebiete.
(Erklärung auf S. 218.)

Cephalopoda:

Orthoceras sp.
Cyrtoceras sp.?

Arthropoda, Crustacea:

Ostracoda:

Primitia minuta Eichwald (Abb. 17).
Bollia lata Vanuxem, var. *brasiliensis* Clarke (Abb. 18).

Mit dieser Fauna verwandte oder übereinstimmende Formen finden sich in Nordamerika teils im oberen Untersilur, teils im unteren Obersilur wieder, so daß am Trombetas, wie sich Clarke ausdrückt, die Grenze zwischen Unter- und Obersilur verwischt scheint und die Fauna sich als eine wahrhaft mittelsilurische darstellt. Wir halten die Zuweisung der in Rede stehenden fossilienführenden Schichten zum tieferen Obersilur für durchaus begründet. Ob die Trombetas-abwärts anstehenden hangenderen Schichten etwa teilweise dem oberen Obersilur angehören, ist ebenso unbekannt, wie das Alter der vom Syenit des Viramondo grande-Falles aufwärts sich entfaltenden, wohlgeschichteten bis schieferigen Gesteine, welche Derby (L. 28) als Porphyroide von zweifellos metamorphem Charakter bezeichnet und welche nach seiner Beschreibung wesentlich aus roter, feldspatig-kieseliger, dichter, felsitischer Grundmasse mit spärlichen Einsprenglingen von weißem Feldspat und grünem Epidot (?) bestehen. Ihre Schichten fallen unter mäßigen Winkeln (etwa 20°) vom Syenit ab nach Nordosten ein. Die unteren Stromschnellen des Rio Cachorro, die Quebra potes-Katarakte und die Cachoeira do Travá des Trombetas, sowie wahrscheinlich auch der ansehnlich hohe Morro do Travá werden von diesen Porphyroidschiefern gebildet, welche möglicherweise noch weiter flußaufwärts ziehen. (Abb. 259.) Die Cachoeira do Inferno scheint jedoch schon durch Massengesteine bewirkt zu werden.

Über die Fortsetzung des Silur vom Trombetas nach Westen wissen wir gegenwärtig noch nichts und auch über das Silur östlich vom Trombetas sind die dermaligen Kenntnisse noch äußerst gering. Am Erepecurú (Cuminã) scheint die Entwicklung des älteren Paläozoikums ganz analog wie am Trombetas zu sein. In der Talrinne des Curuá und Maecurú werden die Devongebilde (vergl. S. 189 und 199) von einer mächtigen Schichtenreihe von sehr sanft nach Südwest einfallenden, dünnschichtigen bis schieferigen, sehr feinkörnigen, häufig glimmerigen, selten etwas tonigen Quarzsandsteinen unterlagert, welche ihrer ganzen Beschaffenheit nach dem sicheren Silur des Trombetas entsprechen. Sie sind von grauer, gelber, brauner und roter Farbe, häufig von faserig gepreßter Struktur, oder grob gefaltet und besitzen daher wulstige, rauhe Schicht- und Spaltflächen. Manche Lagen sind zäh und hart, hornsteinartig oder quarzitisch. Am Curuá bilden diese Gesteine den

Bem-Fica-Fall und erstrecken sich von dort, unbekannt wie weit, nach Norden. In der Talrinne des Maecurú treten sie im Liegend des Spiriferensandsteines zu Tage und ziehen mehrere Kilometer weit nordwärts bis oberhalb des Wasserfalles Pancáda grande, welcher über sie hinwegstürzt. Wie weit sie sich von hier noch flußaufwärts ausdehnen, ist nicht bekannt. Die zahlreichen Stromriegel, die sich weiter oben befinden, scheinen indessen, nach den herabverschwemmten Blöcken zu urteilen, aus von Diabasen durchbrochenen porphyroidischen Schiefern zu bestehen, so daß die Breite der Silurzone am Maecurú (und Curuá) auch nicht wesentlich bedeutender zu sein scheint, wie am Trombetas.



Abb. 259. Silurische? Porphyroidschichten am Trombetas in der Nähe der Quebra potes-Katarakte.

Die Pancáda grande des Maecurú ist ein Wasserfall von ca. 10 m Niveauversetzung. Der Fluß stürzt zunächst über eine Steilwand von 6 m Höhe und springt dann in kleinen Kaskaden noch etwa 4 m tiefer herab. Vom Fuße dieses Kataraktes stammen die von João Coelho eingelieferten Blöcke, die nebst Spongiennadeln auch Spuren von Graptolithen ergeben haben, — die einzigen bis jetzt aus dem Silur des Maecurú-Flusses bekannten Fossilien. Dieselben liegen in sehr feinkörnigen, quarzit- oder jaspisähnlichen, grauen, roten oder gelben, zartglimmerigen Quarzsandsteinen, die oft von Eisenkies durchdrungen sind und ihre Färbung teils kohligen, teils hämatitischen und limonitischen

Beimengungen verdanken (L. 48). Die Spongiennadeln, die selten eine Größe bis zu 3 mm erreichen, stammen von Hexactinelliden (etwa *Protospongidae* und *Plectospongidae*). Die Bruchstückchen der Graptolithenhydrosome sind zumeist schlecht erhalten. Man kann sie teilweise auf *Monograptus clintonensis* Hall sp. und vielleicht (nach einer Bemerkung F. Frechs) auf *Climacograptus scalaris* Lin. sp. beziehen (L. 63). Auch eigentümliche zweizeilige Formen mit gewundener Axe und wechselständigen retortenähnlichen Zellen kommen vor. Es sei bemerkt, daß in ähnlichen Schichten vom Curuá gleichfalls Spuren von Graptolithen gefunden wurden. (Vergl. Taf. XVI, Abb. 19—24.)

Über die Fortsetzung des Silur vom Maecurú nach Osten besitzen wir zur Zeit nur die eine Nachricht, daß Dom. Ferreira Penna vom Rio Maracá Gesteinsstücke mit silurischen Petrefakten nach Pará gebracht habe. In der oben (S. 214) schon erwähnten Gesteinssuite, welche Aureliano P. Lima Guedes vom Maracá einlieferte, fand sich zwar keine Spur von Versteinerungen und auch der petrographische Charakter der Blöcke war von jenem der silurischen Schichten des Maecurú verschieden; es ist aber keineswegs ausgeschlossen, daß oberhalb der Mündung des Igar. do Lago im Flußgebiete des Maracá Silur ansteht und ostwärts auch über den Anauerapucú, vielleicht sogar bis zum Araguarý fortzieht. Trifft dies zu, dann ist wohl als sicher anzunehmen, daß in den Talrinnen der großen Flüsse Parú und Jarý ebenfalls silurische Ablagerungen entwickelt sind. In der Tat werden die steilen Ufer dieser Flüsse bis über den Äquator hinaus von Schiefern und Quarziten gebildet, welche dem Archäikum diskordant auflagern und vielleicht nicht nur das ältere Paläozoikum allein, sondern in Faltenkernen auch noch jüngere Formationen umfassen.

Südlich vom Amazonas ist fossilienführendes Silur bis heute nicht entdeckt worden. In den Talfurchen der westlichen großen Ströme Tapajós und Xingú kennen wir auch keine Schichten, welche wenigstens der Lagerung und dem petrographischen Charakter nach mit Berechtigung zum Silur gestellt werden könnten.

Am Tocantins sind von den Itaboca-Katarakten abwärts geschichtete Gesteine entwickelt, welche Hartt ihrer, von den jüngeren paläozoischen Bildungen des Amazonasgebietes verschiedenen Beschaffenheit wegen als Silur angesprochen hat (L. 21). Etwa von Patos aufwärts trifft man zunächst körnige bis dichte, sehr zähe, weißliche oder bläuliche Quarzite, die von zahlreichen Quarzgängen durchsetzt werden und weiter aufwärts steht ein talkhältiges schieferiges Gestein an, welches nach Osten zu verflächen scheint und von einer rötlichen quarzitischen Bank bedeckt wird. Oberhalb Pedreneiras an der Costa do Juquirápuá nahm Hartt von unten nach aufwärts das folgende Profil ab:

1. Geschichteter Sandstein.
2. Weißer kompakter Quarzsandstein, durch Verwitterung bräunlich werdend, von Quarzgängen durchsetzt.
3. Purpurrote Schiefer, stark transversal zerklüftet.
4. Mächtige Schicht von zersetztem eisenschüssigem Schiefer.
5. Bank von sehr dichtem, bläulichem, weiß und rötlich gesprenkeltem Quarzit.
6. Rote Schiefer, durchschwärmt von Quarzgängen.

Etwas unterhalb Alcobaça beginnen geschichtete Quarzgesteine, welche nun eine Strecke flußaufwärts anhalten. Sie sind meist von blaugrauer Farbe und sehr hart. Ihre vom Flusse bespülten Flächen pflegen glatt poliert zu sein. Manche Felswände sind bedeckt mit eingravierten indianischen Lithoglyphen.

Ähnliche Quarzgesteine ziehen auch weiter flußaufwärts. Da ihre Schichten durchwegs nach Osten einfallen und fast parallel zur Stromrichtung südnördlich streichen, bilden sie häufig langgestreckte Inseln, welche den Fluß in einzelne Kanäle zerlegen. Einige dieser Inseln sind nackte Steinmassen, andere werden von einem sandigen Strande umgeben, welcher zur Trockenzeit zuweilen mehrere Meter über die Wasserfläche aufragt. Bei Pedra Grande ist das Ufer von gewaltigen Blöcken eines dichten Quarzites bedeckt, zu welchem sich auch Konglomerate gesellen. Etwas weiter aufwärts steht in mächtigen Schichten ein grauer Brockenquarzit an, welcher einen vortrefflichen Gebrauchsstein abgeben würde.

Knapp unterhalb des Tapayúna coára-Kataraktes sind grüne Schiefer entwickelt, die mit Grünsteinmassen (Diabas?) im Verbande stehen. Hartt bemerkt, daß er in den Schiefern, über deren Beschaffenheit er leider nichts weiter angibt, Amianth und Serpentin (!) gefunden habe. Der unbedeutende Katarakt selbst wird aber von einem grauen, mit blättrigen Schiefern wechsellagernden Quarzit gebildet.

Auf der Ponta do Braga stürzen die sehr deutlich nach Osten einfallenden Quarzgesteine in steilen Felslehnen zum Flusse ab. Am Ufer treten hier ansehnliche Massen von Roteisenstein auf, der zum Teil als grobschuppiger Hämatit entwickelt ist. Über die Ausdehnung und den Charakter dieser Eisenerzlagerstätte ist nichts näheres bekannt.

Auf der rechten, der Praia Grande gegenüber liegenden Flußseite tritt anscheinend in Form einer durch die Erosion in mehrere Grate zerlegten und von Wasserkanälen durchzogenen, teilweise in ein loses Blockwerk aufgelösten Decke Diorit (oder Diabas?) auf, welcher von geschieferten Gesteinen begleitet wird. Auf diesen scheinen nach Hartts Beobachtungen bei der Ilha de Sacaténa hornsteinartige Schichtgesteine diskordant aufzuliegen. Oberhalb der Praia Grande stehen dichte, blaugraue, nach Osten unter ziemlich bedeutenden Winkeln einfallende Quarz-

gesteine an und der Guariba-Fall wird durch eine Schichtenreihe bewirkt, die aus einer Wechselfolge von Quarzgesteinen, Schiefern und Kalkstein besteht, welche den Fluß bei Tiefwasserstand wie ein künstlich errichtetes, jedoch schon sehr schadhaftes und vielfach durchbrochenes Wehr überquert. Ähnlich dürften auch die weiter aufwärts folgenden Stromschnellen Sta. Cruz und Tocumanduba beschaffen sein. Das Verhältnis aller dieser, zum Teil stark metamorphosierter Schichtgesteine, deren silurisches Alter keineswegs als wirklich sicher gelten kann, zu dem Massengestein (Granit?) der Itaboca-Katarakte ist zur Zeit noch völlig unbekannt.

Das Paläozoikum oberhalb der Itaboca-Katarakte wurde schon oben (S. 169) besprochen.

Im Gebiete östlich vom Unterlauf des Tocantins sind, nach den Aufschlüssen am Capim zu urteilen, in bedeutender räumlicher Ausdehnung dünnschichtige Quarzsandsteine entwickelt, welche mit gewissen Gesteinen der Silurzone im Norden des Amazonas petrographisch übereinstimmen und aller Wahrscheinlichkeit nach dem fraglichen Silur des Tocantins entsprechen. Die von E. A. Goeldi*) vom Capim mitgebrachten Proben sind sehr feinkörnige, frisch rosa, verwittert bräunlich gefärbte, an zarten Muscovitblättchen mehr oder minder reiche, quarzitische Sandsteine, deren Schichtenflächen häufig eine furchig oder knotig unebene Beschaffenheit besitzen. Zuweilen werden die Schichten von welligen Druckflächen durchsetzt, an welchen sich der Muscovit mehr anhäuft, so daß sich ein an Glimmerschiefer gemahnender Habitus herausbilden kann, wogegen in anderen Fällen, wenn der Glimmer gänzlich zurücktritt, das Aussehen des Gesteines mehr quarzitisch wird. Diese Sandsteine bilden am Capim horizontal gelagerte dünne Bänke, welche angewittert oft gebändert erscheinen und bald auf dem einen, bald auf dem andern Ufer steile Felswände aufbauen, die bei Pirocána bis gegen 30 m Höhe erreichen.

Ob auch die quarzitischen Gesteine, derer v. Kraatz-Koschlau von S. Miguel am Guamá und von Bragança (L. 70) erwähnt, dem Silur zuzuzählen seien und ob die grünen Diabasschiefer von der Cachoeirinha oberhalb Ourem etwa den ähnlichen Gesteinen am Tapayúna coára-Katarakt des Tocantins entsprechen, kann bei der Dürftigkeit der bezüglichen Nachrichten nur vermutet werden. Die Berichte vom oberen Gurupý (vergl. S. 92) lassen indessen die Annahme nicht unberechtigt erscheinen, daß im Grenzgebiete des Staates Pará gegen Maranhão teils silurische, teils alte, von Granitstöcken mehrfach durchbrochene, metamorphe Schichtgesteine verbreitet sind, etwa ähnlich wie es unsere Karte anzudeuten versucht.

---

*) Vergl. Petermanns Geogr. Mitteilungen 1898, pag. 36—40.

Archäische Gruppe.

Die Schichtenreihe der Urgebirgsgruppe besitzt im unteren Amazonasgebiete sehr große Verbreitung, jedoch hauptsächlich in den noch wenig erforschten Grenzgebieten gegen die Guyanen im Norden und die innerbrasilischen Staaten im Süden, weshalb auch die Kenntnis dieser Gruppe noch zu unzulänglich ist, um eine Trennung ihrer Systeme vornehmen zu können. Soviel steht indessen fest, daß älteres Archäikum über das jüngere vorherrscht. Am Aufbau des Urgebirges beteiligen sich hauptsächlich verschiedene Gneise, Granulite, amphibolitische, quarzitische und phyllitische Schiefer mit ganz untergeordneten Kalken, sowie Granit, Syenit, Diorit und wohl auch Quarzporphyr.

An der Nordgrenze des Staates Pará gehören die Acarahý-Berge und die Serra Tumuc-Humac mit ihren Ausläufern dem Archäikum an, welches sich von hier nach Süden bis zum ersten Breitegrad, ja teilweise noch näher zum Äquator ausbreitet. Weite Strecken desselben sind von tertiären Ablagerungen bedeckt und möglicherweise sind auch vortertiäre, mesozoische und paläozoische Gebilde schollenweise auf dem Urgebirge erhalten geblieben in Gebieten, die gegenwärtig noch gänzlich unbekannt sind.

An der Südgrenze des Staates scheint das Archäikum nur in den Talrinnen der Flüsse zu Tage zu treten; bloß im Osten besitzt es anscheinend eine bedeutendere Oberflächenverbreitung. Bemerkenswert ist, daß sowohl im Norden als im Süden (Osten) der Amazonasmündung das Archäikum bis an die atlantische Küste heranreicht, von welcher es nur durch einen verhältnismäßig schmalen Alluvialsaum geschieden ist.

Was den stratigraphischen Verband des Archäikums mit dem Paläozoikum anbelangt, so ist zu bemerken, daß sich in der Regel an die silurischen Gebilde nach abwärts eine Schichtenreihe anschließt, die vermöge ihrer durchaus konkordanten Lagerung sich engstens an das Paläozoikum angliedert und vom eigentlichen Archäikum getrennt werden muß, trotzdem ihre petrographische Beschaffenheit eine sehr ähnliche wie jene mancher Urgebirgsgesteine ist. Sie besteht aus **metamorphen Schiefern**, welche die ganze sedimentäre Schichtenreihe vom Obersilur abwärts bis einschließlich des Eozoikums (Präcambriums), oder nur einen gewissen Teil derselben vertreten können, für deren genauere Altersdeutung es jedoch dermalen noch an jeglichem Anhalt mangelt.

Diese Gesteinsserie bildet die anscheinend zusammenhängende südliche Umrandung des Archäikums im Norden des Amazonas und tritt auch südlich vom Strome, namentlich im Osten, in mehr unregelmäßiger Verbreitung auf. In ihrem Aufbau ist sie noch nicht studiert worden, nur Gesteinsproben daraus wurden untersucht (L. 48). Es sind nebst

mehrfachen untergeordneten Vorkommen drei Haupttypen, welche überall wiederkehren:

1. Glimmerige quarzitische Schiefer von halbkristallinischem Habitus, in welchen der Glimmer (gewöhnlich Muscovit, seltener Chlorit) oft zusammenhängende Membranen bildet, welche das gestauchte Gestein in gewundenen Flächen durchziehen und ihm zuweilen eine wellig schalige Absonderung verleihen.

2. Glimmerreiche dunkelgraue bis schwarzblaue ebenflächige, teilweise dünnspaltbare Schiefer, deren Hauptbestandteil Quarz ist und die in schieferige, bituminöse oder graphitische Quarzsandsteine, oder feinglimmerige dichte Hornsteine übergehen.

3. Glimmerschieferartige, stark gepreßte, von einem grünen chloritischen Glimmer in großen Flasern durchsetzte, sehr quarzreiche Schiefergesteine, deren innere Textur auch im Handstück die gewaltigen dynamischen Einwirkungen erkennen läßt, welchen diese Gesteine ausgesetzt waren.

Die Gesteine vom letzteren Typus sind wahrscheinlich die ältesten, die halbkristallinischen quarzitischen Schiefer die jüngsten Glieder der metamorphen Schichtenreihe. Die ersteren sind hauptsächlich im Osten, die letzteren und die dunkelgrauen Quarzschiefer im Westen, zumal im Gebiete zwischen dem Trombetas und Parú, entwickelt. In allen drei Typen kann der Muscovit teilweise oder selbst ganz durch Eisenglimmer verdrängt werden, wodurch eine mehr oder weniger intensive Rotfärbung der Gesteine bewirkt wird. Alle metamorphen Schiefergesteine werden von zahlreichen Quarzgängen durchsetzt und von eruptiven Massengesteinen meist Graniten und Grünsteinen durchbrochen. In der Umrandung der letzteren machen sich kontaktmetamorphe Einflüsse geltend.

Erwähnenswert ist die ausgeprägte Abhängigkeit der Abwitterungsoberfläche offen liegender Schichten der metamorphen quarzitischen Schiefergesteine von deren Härte und Widerstandsfähigkeit. Die schwer verwitterbaren Partien ragen oft centimeterhoch über die erodierte Gesteinsfläche empor, erscheinen aber wie diese gleichmäßig glatt poliert. Auf Platten, deren Masse von dichten und zähen Schlieren durchzogen ist, erheben sich dieselben wie Bergrücken, deren Grate genau den widerstandsfähigsten Gesteinspartien entsprechen, welche sich auf dem Querbruch in der Regel schon durch die dunklere Färbung von der mürberen Gesteinsmasse deutlich abheben.

Es braucht kaum bemerkt zu werden, daß die Ausscheidung der metamorphen Schieferreihe auf unserer Karte nur eine beiläufige sein kann, da für eine genauere Umgrenzung hinreichende Anhaltspunkte fehlen.

Zwischen den metamorphen und den archäischen Schiefergesteinen besteht eine mehr weniger deutlich ausgesprochene Diskordanz.

Im nördlichen Verbreitungsgebiete des **Archäikums** scheinen Glimmerschiefer sehr wenig verbreitet zu sein und echte Phyllite als selbständiges Gebirgsglied zu fehlen. Sie treten nur untergeordnet innerhalb der Gneisreihe auf und lassen sich von ihr kartographisch nicht trennen. Granatreiche Glimmerschiefer sind durch Crevaux-Vélain (L. 41) vom obersten Parú bekannt gemacht worden. Sie bilden das Flußufer bei der Ansiedlung Canoa und führen nebst vorherrschendem Quarz und Muscovit auch Biotit und etwas Feldspat (Oligoklas und Orthoklas). Die zahlreichen, zur Schichtung des Gesteines parallel angeordneten Granatkörner sind von rotvioletter Farbe (wohl Almandin) und enthalten mikroskopische Einschlüsse von Biotit, Apatit und abgerundeten Quarzkörnchen, also Elementen des Gesteines selbst.

Weit verbreitet sind Gneise und zwar hauptsächlich graue und grüne, d. h. Biotit- und Hornblendegneise, welche das südliche Vorland der Tumuc-Humac-Kette etwa bis zum 1. nördlichen Breitegrad anscheinend zur Gänze aufbauen und sich über den Araguarý, dessen Stromschnellen sie zum Teil bilden, ostwärts gegen die atlantische Küste ausbreiten.

Der graue Gneis ist reich an Biotit, der an Menge oft den anderen Bestandteilen: Quarz, Orthoklas und Oligoklas zusammen gleichkommt. Dazu gesellt sich in der Regel etwas Apatit und Zirkon. Gewöhnlich besitzt er ebenschieferige Struktur, jedoch sind auch flaserige Abarten weit verbreitet.

Vom oberen Parú beschreibt Vélain (L. 41) einen glimmerarmen Gneis, in welchem der Orthoklas durch Mikroklin vertreten ist und dessen spärlicher Oligoklas prächtige Zonarstruktur aufweist. Der in zarten Blättchen entwickelte Biotit ist zum Teil chloritisiert. Accessorisch kommt im Gestein Titanit (Sphen), Titaneisenerz und vereinzelt auch bräunlicher Granat vor.

Am Kuc, einem Quellflusse des Jarý, ist der graue Gneis reich an Magnetit und braunen, lang spindelförmigen Titanitkristallen. Die Konsolidations-Reihenfolge der Bestandteile dieses Gesteines ist: Apatit, Titanit, Magnetit, Biotit, Oligoklas, Orthoklas, Quarz.

Am unteren Coananý ist grauer Biotitgneis, zum Teil als Bandgneis entwickelt, welcher aus abwechselnden, 2—10 mm starken Lagen von vorwaltendem Biotit und fast biotitfreiem Feldspat- und Quarzgemenge besteht. Die letzteren Lagen sind meist feinkörnig und erreichen ein gröberes Korn nur dort, wo die Bänder linsenförmig anschwellen. Die Feldspatindividuen besitzen dann 5—8, sonst kaum 2 mm Durchmesser. Hier tritt Biotit in kleinen Schüppchen höchstens einzeln eingestreut auf, während in den, zuweilen ebenfalls linsenförmig anschwellenden Lagen mit vorherrschendem Biotit immer noch reichlich (bis etwa 50 %) Feldspat und Quarz vorhanden sind. Der Biotit bildet

fast durchwegs scharf umgrenzte hexagonale Blättchen von 0.5—1 mm Durchmesser, die frisch schwarz, verwittert grünlich-braun sind und häufiger schütter angehäuft als in zusammenhängende Membranen verwoben erscheinen. Der Quarz bildet ziemlich reichliche, aber nur kleine, farblose Körnchen. Fast aller Feldspat ist Orthoklas. Accessorisch kommen vor: Apatit, Magnetit, Pyrit, Zirkon, welche auch die zuerst ausgeschiedenen Bestandteile vorstellen, an welche sich Biotit, Oligoklas, Orthoklas und Quarz anschließen (L. 51.)

Die Hornblendegneise bilden nach Vélain innerhalb des Verbreitungsgebietes der Biotitgneise zwei breite Züge, von welchen einer zwischen dem 2. und 3. nördlichen Breitegrad den Oyapoc übersetzt und nach Osten zum Cassiporé fortstreicht, während der zweite zwischen dem Parú und den Quellflüssen des Jarý beginnt und über die letzteren hinweg nach Osten streicht. Der Hornblendegneis des ersteren Zuges ist sehr reich an Feldspat, zumal Oligoklas, welcher zusammen mit Quarz eine Art Grundmasse bildet, worin die großen Hornblendekristalle eingebettet liegen. Biotit ist untergeordnet, dagegen brauner Titanit im Verbande mit Hornblende reichlich vorhanden. Das Gestein führt auch etwas Magnetit und selten sekundär ausgeschiedenen Granat.

Im südlicheren Zuge wurden die Vorkommen in der Talrinne des Mapaoný genauer untersucht.

Die dortigen Amphibolgneise sind sehr reich an Oligoklas und auch verhältnismäßig reich an Biotit und bestehen im übrigen in der Reihenfolge der successiven Ausscheidung aus: Apatit, titanhältigem Magnetit, Biotit, Hornblende, Oligoklas, jüngerer Hornblende, Oligoklas, Orthoklas und Quarz. Titanit scheint hier zu fehlen.

Bemerkenswert sind Hornblendeschiefer, welche sich an die Gneise anschließen und lediglich ein schieferiges Aggregat von Quarz und Hornblende vorstellen, dem Feldspate vollständig mangeln. Der Quarz ist reichlich vorhanden und durchsetzt als jüngste Ausscheidung häufig die großen Amphibolkristalle. Untergeordnet tritt Magnetit auf und zwar stets nur als sekundäre, auf Kosten der Hornblende entstandene Bildung.

Am Kuc kommen Amphibolite vor, welchen nur die grobblättrige Hornblende eine gewisse Schichtung verleiht. Sie ist durchaus vorherrschend und steht im Verbande mit Labrador, der sowohl nach dem Albit-, als nach dem Periklin-Gesetz verzwillingt zu sein pflegt. Wenig Titaneisen, brauner Titanit und Zirkon schließen sich an. Bemerkenswert ist das Vorkommen von Epidot führenden Abarten, in welchen der in scharf umschriebenen Kristallen auftretende Epidot nebst Hornblende den ältesten Gesteinsbestandteil bildet. Labrador ist die jüngste Ausscheidung.

Südlich vom Amazonas ist das Vorkommen echter Gneise innerhalb unseres Gebietes nicht bekannt.

Recht verbreitet scheinen namentlich im atlantischen Küstengebiet druckflaserige, zu gneisartiger Schieferstruktur hinneigende Gneisgranite zu sein. Im nördlichsten Zipfel des Staates Pará zwischen dem Oyapoc und Uassá bilden sie die mantelförmige Hülle bezw. die Randfacies eines Granitstockes und treten südlich von einer, den Oyapoc etwa am 3. nördlichen Breitegrade überquerenden Störung in ziemlicher Verbreitung auf. An den kleinen Flüssen (Cassiporé, Coananý, Calçoene), welche aus dem Golddistrikt von Amapá dem Atlantischen Ozean zuströmen, werden die vom Meere aufwärts gezählten ersten Kataraktc, die sich z. B. nach Goeldi am Coananý schon östlich unterhalb des Dorfes S. Maria do Coananý, also ungefähr am 51° westlicher Länge von Greenwich befinden, vorwiegend von Gneisgranit gebildet.

Die Gneisgranite im Bereiche des Oyapoc sind von lichtgrauen bis weißlichen Farben, sehr feldspatreich, mit mäßig viel Biotit und wenig Quarz. Im Biotit pflegen Apatit, Magnetit und spärliche Zirkonkriställchen eingeschlossen zu sein. Diese untergeordneten Gemengteile stellen die ersten Ausscheidungen des Gesteines vor; ihnen folgten Biotit, Oligoklas, Orthoklas und schließlich Quarz.

Die Gneisgranite aus dem südlicheren Küstenstrich nähern sich in ihrer petrographischen Zusammensetzung mehr normalen Gneisen. Das (L. 51) näher untersuchte Gestein vom unteren Coananý ist vorwaltend von mittelkörnigem Gefüge, nur partienweise erreichen die einzelnen Bestandteile größere Dimensionen, namentlich die Orthoklasindividuen und Mikroklinkörner bis 2 cm Länge. In diesem Falle pflegt der Orthoklas rötlich gefärbt zu sein, während der Mikroklin stets grauweiß und der schon für das unbewaffnete Auge deutliche Zwillingsstreifung aufweisende Plagioklas meistens milchweiß ist; im kleinkörnigen Granitgneis ist auch der Orthoklas gewöhnlich von weißer Farbe, mit lebhaftem Farbenspiel und Perlmutterglanz auf den Spaltflächen, völlig wie Adular. Der zweite Hauptbestandteil ist schwarzer Biotit, welcher teils in unregelmäßigen Lappen und Fetzen, teils in deutlich hexagonalen Blättchen von starkem Glasglanz reichlich vorhanden ist. Quarz tritt für das bloße Auge nur untergeordnet in einzelnen bläulichen Körnern auf.

In Dünnschliffen u. d. M. erweist sich der Orthoklas in der Regel mehr getrübt und reicher an Interpositionen als der Mikroklin, welcher deutliche Gitterstruktur nur in größeren Körnern erkennen läßt. Ziemlich grobfaserige mikroperthitische Ausbildung ist recht häufig. Der Plagioklas ist im ganzen sehr frisch, wenn auch zuweilen voll von Einschlüssen und scheint durchwegs Oligoklas zu sein. Der Biotit ist stark pleochroitisch und weist alle Nuancen vom Braun bis fast zum Schwarz auf. Der Quarz durchtränkt gewissermaßen die Gesteinsmasse und er-

scheint in größeren Partien wie aggregiert; er ist reich an Flüssigkeits- und Gaseinschlüssen.

An accessorischen Bestandteilen führt das Gestein Apatit und weniger reichlich Titanit, Zirkon und Magnetit, deren Erscheinungsform die in Gneisen gewöhnliche ist. Zu diesen gesellen sich noch Kaolin, sowie eine chloritische und limonitische Substanz, als Zersetzungsprodukte namentlich der Feldspate und des Glimmers. Die meisten Einschlüsse, besonders von Apatit und Zirkon, enthält der Biotit, während der Titanit mehr an Quarz oder Orthoklas gebunden zu sein scheint.

Die Ausbildungsfolge der Bestandteile ist: Apatit, Zirkon, Magnetit, Biotit, Titanit, Oligoklas, Orthoklas und Quarz.

Im atlantischen Küstengebiet östlich von Pará scheint ebenfalls Gneisgranit ziemlich verbreitet zu sein. K. von Kraatz-Koschlau (L. 70) fand ihn in den Campos des Alto Quatipurú, woselbst er 2—3 km oberhalb der Fazenda São Antonio einige Camposinseln zusammensetzt und auf eine kurze Strecke am Flusse Quatipurú in Felsen anstehend, sich bis wenig über die Telegraphenlinie Bragança-Pará erstreckt. Bei Ourém am Guamá wird die Cachoeira (Wasserfall) von petrographisch übereinstimmendem Gneisgranit (der Autor spricht allerdings abwechselnd von granitartigem Gneis, Gneis, Granitgneis, während die Karte nur Granit kennt) gebildet, welcher über den Wasserspiegel des Flusses in Form flacher Felsbuckel, die von bis 0.5 m mächtigen Quarzgängen durchsetzt werden, emporragt. (Abb. 260.) Ein ähnliches Gestein findet sich 16—18 km südsüdöstlich von Ourém am Igarapé da Prata.

Auch am Xingú scheint oberhalb und in der kataraktenreichen großen Schlinge von Piranhaquára (Piraracuára) abwärts hauptsächlich Gneisgranit anzustehen, woher sich der Widerspruch erklären dürfte, daß das Gestein in der Literatur bald als Gneis, bald als Granit bezeichnet wird. Kletke (L. 6) erwähnt sogar, daß am Juruá-(Jurucuá?-)Falle manche Blöcke zur Hälfte aus grobkörnigem Granit, zur anderen Hälfte aus feinkörnigem Gneis bestünden. Die genauere petrographische Beschaffenheit dieser Gesteine ist nicht bekannt.

Jedoch auch echte massige Granite sind im Archäikum des unteren Amazonasgebietes weit verbreitet. Im nördlichen Bereiche sind sie von ziemlich verschiedenartiger petrographischer Ausbildung.

Im Zentrum des obenerwähnten, sich zwischen den Flüssen Oyapoc und Uassú ausbreitenden Gneisgranites erstreckt sich von der Sträflingskolonie St. Georges am Oyapoc nach Südsüdosten ein Granitstock, dessen Gestein — Biotitgranit — sehr reich an Magnesiaglimmer ist, nebst welchem es besteht aus Quarz, Oligoklas, Orthoklas und etwas Apatit. Mikroklin scheint gänzlich zu fehlen.

Ähnliche Biotitgranite sind auch weiter südlich im Golddistrikt von Amapá verbreitet. Am unteren Coananý kommt ein solcher Granit

vor, welcher in der Zusammensetzung völlig dem oben von dort beschriebenen Gneisgranit gleicht, nur daß der größere Quarzreichtum und die unregelmäßige Verteilung des Biotites ein massiges granitisches Gefüge bewirken.

Ein Biotitgranit von Amapá ist feinkörniger, quarzärmer und biotitreicher, daher auch dunkler gefärbt. Unter dem Mikroskop erscheint der Biotit, welcher bei grünlichen Farbennuancen und limonitischer Umrandung eine ziemlich vorgeschrittene Zersetzung bekundet, besonders reich an Apatiteinschlüssen. Die Feldspate: Orthoklas, Oligoklas und Mikroklin, welch letzterer untergeordnet ist und einer jüngeren Konsolidationsperiode angehört als die ersteren, sind dagegen fast durchwegs



Abb. 260. Gneisgranit im Flußbette des Rio Guamá bei Ourém die Cachoeira bildend.

sehr frisch und arm an Interpositionen. Die Reihenfolge der Ausbildung der Bestandteile wäre: Apatit, Biotit, Oligoklas, Orthoklas, Mikroklin, Quarz.

Am Coananý kommt auch ein sehr grobkörniger porphyrischer Biotitgranit vor mit Orthoklaseinsprenglingen von 2—4 cm Größe und Biotittafeln bis zu 1 cm Durchmesser. Solche einzelne hexagonale Kristalltafeln sind in dem Gestein jedoch seltener, als große Anhäufungen von grobschuppigem Biotit, welche auf der Gesteinsoberfläche wie handtellergroße schwarze Flecken erscheinen. Auch die mit prächtiger Zwillingsstreifung versehenen Plagioklase (Oligoklas) treten in Einsprenglingen auf, die jedoch nur vereinzelt 1 cm Größe erreichen, sonst

immer kleiner sind. Der Quarz tritt in 2 Generationen auf: der ältere ist pyramidal kristallisiert und wird von den Feldspaten, namentlich Orthoklas, eingeschlossen; der jüngere bildet meist xenomorphe Körner. Die Konsolidationsfolge der Hauptbestandteile dieses Gesteines ist: Biotit, pyramidaler Quarz, Oligoklas, Orthoklas, Quarz.

Ein anderes ähnliches Gestein, von welchem ein prismatischer Block eine indianische Grabstätte bei Coananý bezeichnete, war gleichmäßig grobkörnig, reich an eingesprengtem Pyrit und erwies sich als etwas goldhältig. (L. 51.)

Einige Kilometer südwestlich von dem obgedachten Biotitgranit-Vorkommen wird der Oyapoc von Gängen eines Hornblendegranites überquert, welche im grauen Gneis aufsetzen. Das Gestein enthält die folgenden Bestandteile in der Reihenfolge ihrer Ausscheidung: Biotit, Hornblende, Orthoklas, Oligoklas, Titanit, Zirkon, Mikroklin, jüngere Hornblende, Quarz. Der Biotit ist in hexagonalen Täfelchen nur spärlich, die Hornblende in großen blättrigen Kristallen von braungrüner Farbe sehr reichlich vorhanden. Der Orthoklas pflegt rötliche, der Oligoklas schmutzig graue Farben zu besitzen. Letzterer schließt nicht selten Orthoklas ein und ist häufiger nach dem Albit- als nach dem Periklingesetz verzwillingt. Der Mikroklin wieder pflegt reichlich Albiteinschlüsse zu enthalten. Die jüngere Hornblende ist blasser gefärbt und minder eisenreich als die ältere. Beide pflegen vom Rand aus in Chlorit und Epidot umgewandelt zu sein, mit welchem Umbildungsvorgang auch die Ausscheidung von Magnetit verbunden ist. Der grauweiße Quarz pflegt reich an verschiedenen Einschlüssen zu sein. Der gelbliche Titanit ist dem Gestein einzeln eingetreut, die kleinen Zirkonkriställchen liegen im Biotit und in der Hornblende eingebettet.

Ein anderer Hornblendegranit, welcher den Amphibolgneis bei dem Trois-Sauts-Falle am Oyapoc durchbricht, besteht in der Reihenfolge der Ausscheidung aus Biotit, Hornblende, dihexaedrischem Quarz, Orthoklas, Oligoklas mit accessorischem Titanit und Titaneisen, welches zumeist von einer grauweißen Hülle von Titanomorphit umsäumt wird; ferner Mikroklin, Quarz und Muscovit. Als sekundäre Bildungen treten zuweilen Epidot und Magnetit auf.

Am unteren Parú werden die metamorphen quarzitischen Schiefer ebenfalls von Gängen eines Hornblendegranites durchbrochen, welche wahrscheinlich auch über den Jarý nach Osten fortstreichen. Dieser Granit pflegt einfach zusammengesetzt zu sein, nämlich, in der Konsolidationsfolge angeordnet, aus: Magnetit, Titanit, Hornblende, Oligoklas, jüngerer Hornblende mit Quarz in schriftgranitartiger Durchwachsung, und Quarz zu bestehen. Die großen Oligoklaskristalle pflegen eine blaß rosa, die ältere Hornblende dunkle grüne oder braune, die jüngere sehr helle Farben zu besitzen; der wenig reichliche Quarz ist gewöhnlich

grauweiß. Die schriftgranitartige Durchwachsung von Quarz und jüngerer Hornblende könnte vielleicht durch Verdrängung ursprünglich vorhandenen Mikroklins durch die letztere zu erklären sein. Manchmal findet sich in dem Gestein auch schwarzer Turmalin ein.

Die größte Verbreitung besitzt im unteren Amazonasgebiete ein Zweiglimmergranit, welcher den Hauptkamm des Tumuc-Humac-Gebirges zur Gänze zusammensetzt und wohl auch in den Acarahý-Bergen herrschend ist, ferner in mächtigen Stöcken und Gängen nicht nur die Gneise, sondern auch die metamorphe Schichtenreihe des südlichen Vorlandes dieser beiden Grenzgebirge durchbricht und daher verhältnismäßig jugendlichen Alters ist. Er pflegt zumeist von mittelkörniger Ausbildung zu sein, jedoch kommen auch alle anderen Strukturabänderungen, als feinkörnige, grobkörnige, porphyrartige, pegmatische usw. vor. Er ist von grauer oder weißlicher, hauptsächlich durch die Feldspate bedingter Farbe. Auch der in rundlichen Körnern auftretende Quarz ist in der Regel grauweiß. Von den beiden Glimmern tritt Muscovit gegenüber dem Biotit an Menge meistens zurück. Die genauere Zusammensetzung in der Ausscheidungsfolge der einzelnen Bestandteile ist die folgende: Biotit, Orthoklas, Oligoklas, Quarz; accessorisch: Apatit, Turmalin, Zirkon, Rutil, Mikroklin, jüngerer Quarz, Muscovit. Die großen Oligoklaskristalle sind in der Regel nach dem Albit-, sehr selten auch nach dem Periklingesetz verzwillingt; sie herrschen der Menge nach über den anscheinend etwas älteren Orthoklas vor. Der ältere Quarz ist reich an großen Flüssigkeitseinschlüssen, die häufig Würfelchen von Natriumchlorid enthalten, welche sich beim Erwärmen der Präparate auflösen, beim Abkühlen aber wieder erscheinen.

Die pegmatischen Ausbildungen dieses Granites pflegen reich an großblättrigem Muscovit zu sein und führen gewöhnlich auch Turmalin in Säulchen, die sich häufig in strahlige Gruppen vereinigen. In Gängen pflegt sich die Zusammensetzung des Gesteines auf Biotit, Mikroklin, Quarz und Muscovit zu beschränken und manche Abarten bestehen fast nur aus Feldspat (Orthoklas, Oligoklas, Mikroklin), Quarz und so spärlichem Muscovit, daß er nur mit dem Mikroskop erspäht werden kann.

Im östlichen Teile der Tumuc-Humac-Kette kommen häufiger als sonst biotitfreie porphyrartige Ausbildungen vor, in welchen die in der kleinkörnigen Masse eingebetteten großen Mikroklinkristalle bis 7 cm Kantenlänge erreichen.

Die nähere petrographische Beschaffenheit der ebenfalls weit verbreiteten Granite des Gebietes südlich vom Amazonas ist gegenwärtig noch unbekannt, ja von manchen in unserer Karte nach fremden Mitteilungen als Granit ausgeschiedenen Vorkommen ist es nicht einmal sicher, ob es sich dort wirklich um Granit handelt. Dies gilt z. B. von dem Gestein der Itaboca-Katarakte, von dem Massengestein des Tueré-

Flusses und des oberen Tapajós. Der Gneisgranite des mittleren Xingú ist oben gedacht worden. Weiter flußaufwärts scheint massiger Biotitgranit anzustehen. Auch am Paraupeba soll Granit vorhanden sein. Am Araguaya dagegen sind im Bereiche des Staates Pará anscheinend nur geschichtete (metamorphe) Gesteine entwickelt.

Von sonstigen Massengesteinen ist zunächst Syenit zu nennen, welcher im westlichen Teile des Gebietes nördlich vom Amazonas, namentlich zwischen dem Trombetas und Maecurú bedeutende Verbreitung zu besitzen scheint.

Am Trombetas, wo er den oberen Teil der Viramondo-Fälle bildet und etwa 1 km flußaufwärts ansteht, ist er von O. A. Derby entdeckt



Abb. 261. Syenitfelsen am Viramondo-Falle des Trombetas.

worden, welcher ihn kurz beschreibt, als bestehend aus fleischfarbigem Orthoklas und wenig Hornblende, mit einer untergeordneten Beimengung eines grünen Zersetzungsproduktes. Quarz fehlt vollständig. (Abb. 261.)

Aus dem Gebiete zwischen dem Erepecurú und Curuá erhielt ich durch Ing. Lour. Valente do Couto mehrere Stücke des dort nach seiner Mitteilung zwischen dem Äquator und dem 1. südlichen Breitegrade mächtig entwickelten, jedoch im Terrain nur in flachen Buckeln wenig hervortretenden Syenites. Derselbe besitzt eine mittelkörnige hypidiomorphe, echt massige Struktur und fleischrote, schwarz gesprenkelte Farbe. Die erstere wird bedingt durch den Feldspat, welcher von zweierlei Art ist: ein untergeordneter farbloser und meist sehr klarer,

der nur ganz vereinzelt durch Zwillingsstreifung seine trikline Natur verrät, und der bei weitem vorherrschende, zum Teil in erbsengroßen oder noch größeren Kristallkörnern ausgeschiedene fleischrote Orthoklas, welcher die Hauptmasse des Gesteines bildet. Im Dünnschliff erscheint dieser letztere fast immer trüb und arm an Einschlüssen. Er ist jünger als der klare Feldspat, weil er dort, wo dieser wie zertrümmert erscheint, was häufig der Fall ist, als Bindemittel zwischen den einzelnen Brocken auftritt. Die schwarze Sprenkelung des Gesteines wird bewirkt durch Biotit und Hornblende, die meist in etwa gleicher Menge vorhanden zu sein pflegen; manchmal herrscht aber der Biotit sehr vor. Er sowohl, als die Hornblende besitzen nur selten regelmäßige Umrisse, sondern erscheinen meistens wie zerfetzt. Sie zeigen dunkel grünbraune Farbennuancen und die Hornblende bleibt zum Teil auch im Dünnschliff undurchsichtig schwarz. Quarz wurde in einer Probe zwar angetroffen, scheint aber sonst gänzlich zu fehlen. Magnetit ist immer in bemerkenswerter Menge vorhanden, jedoch in der Gesteinsmasse ungleichmäßig, zuweilen gewissermaßen nesterweise verteilt. Apatit ist selten, Titanit noch seltener. Die Ausscheidungsfolge der Bestandteile des Gesteines wäre: Magnetit, Apatit, Titanit, Biotit, Hornblende, Plagioklas, Orthoklas, eventuell Quarz.

Von sonstigen eruptiven Massengesteinen im archäischen Terrain des unteren Amazonasgebietes sind näher nur noch einige Diorit-vorkommen bekannt, welche durchwegs als Quarzdiorite bezeichnet werden müssen, da Quarz, wenn auch nur in untergeordneter Menge, in ihnen allgemein verbreitet ist. Sie treten am oberen Oyapoc und am Kuc-Flusse auf, wo sie teils im Biotit-, teils im Hornblendegneis aufsetzen. Die Vorkommen am Kuc neigen bei größerem Glimmerreichtum zu schieferiger Struktur. Die Proben vom Oyapoc fand Vélain aus folgenden, in der Reihenfolge ihrer Ausscheidung aufgezählten Elementen zusammengesetzt: Magnetit, Hornblende, Oligoklas; accessorisch: Apatit, Biotit, Titanit, Zirkon, Orthoklas, jüngerer Oligoklas, Hornblende und Quarz. Als Zersetzungsprodukte der Hornblende kommen Epidot und Chlorit vor. Hornblende ist der vorherrschendste Bestandteil; die ältere ist dunkelgrün oder braun bis schwarz, die jüngere lichter gefärbt und minder eisenreich. Der in großen Kristallen entwickelte ältere Oligoklas ist zumeist nach dem Albitgesetz verzwillingt und schließt gewöhnlich Magnetit und Biotit ein; der jüngere leistenförmige Oligoklas verleiht dem Gestein ophitische Textur. Die wenig reichlichen größeren grünlichen Biotitblättchen schließen meist Apatit und spärliche kleine Zirkonkriställchen ein. Titanit ist in großen Kristallen sehr verbreitet.

Die Proben vom Kuc sind ähnlich zusammengesetzt, jedoch orthoklas- und biotitreicher und enthalten auch viel mehr und größere prismatische Zirkonkristalle mit Gaseinschlüssen. Die großtafelige, grüne, jüngere

Hornblende bildet mit dem jüngeren Oligoklas und Quarz die Hauptmasse dieser Gesteine, über deren geologische Erscheinungsform nichts Sicheres bekannt ist. Wahrscheinlich durchbrechen sie den Gneis in Gangform.

Auch im Gebiete des Erepecurú und am Tapajós treten Diorite auf, wie die im Flußschotter vorfindlichen Gerölle beweisen. Am Erepecurú sollen sie namentlich in der Serra Carnahúba verbreitet sein. Am Tapajós stehen sie angeblich unterhalb des Salto Augusto-Falles an. Porphyritische Ausbildungen sind darunter, nach den reichlichen Findlingen zu urteilen, sehr häufig. Diese, wie überhaupt alle grünen Gesteine, werden von den Indianern mit Vorliebe zur Anfertigung von Steinwerkzeugen (Ziergegenständen und Spielzeug) verwendet.

Die geologische Entwicklung

des

unteren Amazonasgebietes.

Nachdem wir auf den vorhergehenden Seiten einen Überblick der gegenwärtigen Kenntnisse vom geologischen Aufbau des unteren Amazonasgebietes gewonnen haben, wollen wir nun noch versuchen, die sich daraus im Anschluß an das heutige Wissen von der Geologie Südamerikas ergebende geologische Entwicklungsgeschichte dieses Teiles von Brasilien in Kürze darzustellen.

Was sich in der Fachliteratur über diesen Gegenstand bisher vorfindet, setzt gewissermaßen eine ähnliche Gestaltung, wie sie das Amazonasgebiet in der Gegenwart aufweist, auch für frühere Zeiträume voraus, da alle wirklichen oder vermeintlichen Meeresbedeckungen, welche das Land in den älteren geologischen Epochen erfahren hat, als von Osten vorgedrungen und vom heutigen Atlantischen Ozean ausgegangen, gedacht werden*).

Diese Auffassung, um es vorweg zu betonen, findet in den tatsächlichen Verhältnissen keine Stütze.

Die Verbreitung des Archäikums zeigt uns den Norden und Osten als ältesten Teil des unteren Amazonasgebietes, welcher mindestens schon seit dem Mesozoikum von jüngeren Bedeckungen frei war, so daß sich die tertiären und quartären Bildungen unmittelbar darauf ablagern konnten.

Da die Tertiärschichten durchwegs Süßwasser-, beziehungsweise Binnenlandbildungen sind und außer der räumlich beschränkten senonen Ablagerung an der Küste bei Pirábas, dermalen im ganzen unteren Amazonasgebiet Sedimente marinen Ursprunges bis herab zum Permocarbon unbekannt sind, erscheint der Norden und Osten von Pará in der Tat als uraltes Festland, welches wahrscheinlich schon im Paläozoikum einen Teil der Umrandung der damaligen Meeresbedeckung Brasiliens bildete. Dieses Festland, welches quer über die breite und tiefe Rinne der heutigen Amazonasmündung mit den archäischen Gebirgen

*) So z. B. erst neuestens wieder in einer im übrigen sehr interessanten und instruktiven Abhandlung von A. E. Ortmann über die geographische Verbreitung der Süßwasserdecapoden (Proc. Amer. Philos. Soc. XLI, 1902, p. 267).

von Ceará und Ostbrasiliens in Verbindung stand, blieb nach allen Anzeichen bis in die jüngere Tertiärzeit bestehen, weshalb nur jene hypothetischen Vorstellungen von der geologischen Entwicklung des unteren Amazonasgebietes einen gewissen Wahrscheinlichkeitshalt in sich haben, welche für die vorneogenen Epochen an Stelle des heutigen Atlantischen Ozeans vor der Mündung des Amazonas ein das guyanische Hochland mit den archäischen Gebirgen von Ceará verbindendes Festland voraussetzen.

Die Gneise dieses Festlandes sind in Falten gelegt, welche, soweit wir diesbezüglich einen Einblick besitzen, in nach Norden sanft geschwungenen Bogen streichen, d. h. im Westen, zumal außerhalb der Grenzen unseres engeren Gebietes, südwest-nordöstlich, in der Mitte, nämlich im Landstrich südlich von der Serra Tumuc-Humac, fast ostwestlich und im Osten, entlang der atlantischen Küste, nordwest-südöstlich. Dieses bogenförmige Streichen des Grundgebirges setzt nach Norden bis in das Orinoco-Tiefland, ja bis in das Karaibische Meer fort und macht sich auch im Südosten der Amazonasmündung entlang der atlantischen Küste bis in den Staat Ceará hinein geltend.

Die Faltung muß bis zu einem gewissen Grade schon vor Ablagerung jener metamorphen Schichten stattgefunden haben, welche im petrographischen Habitus den archäischen Schiefern nahekommen, aber von ihnen durch eine Diskordanz getrennt sind, während sie anscheinend ohne Störung allmählich in das echte Paläozoikum übergehen, beziehungsweise es vertreten.

Diese Gesteinsreihe nimmt im unteren Amazonasgebiete einen weiten Raum ein, dessen äußere Umgrenzung das Mindestausmaß jenes Teiles des altpaläozoischen und eventuell vorcambrischen Meeres bezeichnet, in welchem die später metamorphosierten Schichten abgelagert wurden.

Die östliche Küste dieses Meeresteiles muß über den heutigen Umriß Nordbrasiliens einigermaßen in den Atlantischen Ozean hinausgegriffen haben, weil im Gurupý-Gebiete die metamorphen Schiefer bis nahe an das Meer herantreten und weiter südöstlich im Staate Maranhão anscheinend unter den jugendlichen Auflagerungen in den Ozean ausstreichen. Aber auch hier kann die Küste nicht weit entfernt gewesen sein, weil die metamorphen Schichten trotz der Umwandlungen, welche sie erfahren haben, ihren teilweise grobklastischen Ursprung noch deutlich erkennen lassen.

Von den paläozoischen Ablagerungen, beziehungsweise von den ihnen unmittelbar auflagernden silurischen Gebilden können sie nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse nicht scharf getrennt werden, woraus zu schließen ist, daß sie wohl noch Teile des Silur selbst, oder das Cambrium umfassen. Allerdings sind Spuren cambrischer Ablagerungen bis jetzt weder vom Amazonas, noch aus Brasilien bekannt;

allein in Argentinien ist Mittelcambrium durch E. Kayser*) nachgewiesen worden und bei der ziemlichen Vollständigkeit der Entwicklung des Paläozoikums im Amazonasgebiete ist es keineswegs ausgeschlossen, daß auch hier noch innerhalb der metamorphen Gesteinsreihe cambrische Schichten entdeckt werden können. Der Umstand indessen, daß die metamorphen Schiefer im südlichen Verbreitungsgebiete gegenüber dem sicheren Paläozoikum eine ziemliche Selbständigkeit bekunden, läßt vermuten, daß zwischen der Zeit ihrer Ablagerung und der Bildungszeit des echten Paläozoikums mancherlei Veränderungen, insbesondere eine Verminderung der Ausdehnung des Meeresteiles, in welchem ihre Sedimentation erfolgte, Platz gegriffen habe. Die sicher nachweisbare paläozoische Meeresbedeckung des unteren Amazonasgebietes schrumpft gegenüber jener der Bildungsepoche des älteren Teiles der metamorphen Schichten offenbar mehr und mehr zusammen.

Die von den jüngeren Auflagerungen entblößt gedachten paläozoischen Systeme bilden in ihrem Hauptverbreitungsgebiete eine nach Westen offene Halbmulde, in welcher mit anscheinend großer Regelmäßigkeit die jüngeren Schichtenglieder von den jeweils älteren nach außenhin umrandet werden. Das Carbon scheint im Osten den Parú nicht zu erreichen; das Devon geht wahrscheinlich bis gegen Maracá; und das Silur reicht vielleicht bis zum Araguarý.

Diese schüsselartige Ineinanderschaltung hat zur Annahme geführt, daß das Amazonas-Paläozoikum eine regelrechte Synklinale bilde. So einfach liegen die Verhältnisse nun allerdings nicht. Vor allem wissen wir zur Zeit gar nichts darüber, ob etwa innerhalb des archäischen Gebietes nördlich von der Amazonas-Hauptablagerung Einfaltungen paläozoischer Schichten stattgefunden haben und am Aufbau des guyanischen Hochlandes irgend welchen Anteil nehmen, was keineswegs ausgeschlossen ist; ferner ist die Lagerung der von Osten nach Westen an Umfang abnehmenden paläozoischen Systeme keine einfach muldenförmige, sondern der östliche Teil des scheinbaren südlichen Beckenflügels ist stark gestört und besitzt bei vorherrschendem südnördlichem Streichen östliches Schichteneinfallen, und schließlich darf nicht außer acht gelassen werden, daß die nördliche Teilablagerung des Amazonas-Paläozoikums ihre Fortsetzung im Süden jenseits des Granitzuges findet, welcher den Tocantins im Itabocabereiche überquert und daß diese südöstliche Erstreckung wahrscheinlich auch noch weiter mit den paläozoischen Ablagerungen von Maranhão, Piauhý und Ceará zusammenhängt. Leider ist über das letztere ausgedehnte paläozoische Gebiet noch so wenig bekannt, daß wir uns auf diese Andeutungen beschränken müssen.

*) Über primordiale und untersilurische Fossilien aus der Argentin. Republik. Paläontograph., Supplem. 1878. – Beiträge zur Kenntnis einiger paläozoischer Faunen Südamerikas. Zeitschft. d. Deutsch. geolog. Gesellschft. 1897, p. 274.

Dazu kommen die im nördlichen Verbreitungsbezirke im Bergkranz von Monte Alegre nachgewiesenen Störungen, welche nicht als einfache Unterbrechung der supponierten regelmäßigen Synklinale durch eine lokale Antiklinale gedeutet werden können, sondern ein Beispiel horstartiger Aufragungen älterer Gesteinsmassen, über die jüngere Umgebung darbieten, welches darauf hinweist, daß nicht bloße Faltung allein, sondern auch Brüche und Schollenverschiebungen an der Tektonik des Gebietes in bemerkenswerter Weise beteiligt sind.

Wenn nun auch diese Erkenntnis eine gesicherte ist, so sind wir doch von einem befriedigenden Einblick in die nähere tektonische Ausgestaltung des unteren Amazonasgebietes gegenwärtig noch weit entfernt. Hingegen ist seine genetische Entwicklung in der paläozoischen Ära und der Zusammenhang seiner paläozoischen Meeresbedeckungen mit jenen entfernterer Gebiete von Süd- und Nordamerika in großen Zügen leichter zu übersehen.

Die silurischen und devonischen Schichten des unteren Amazonasgebietes, zumal die fossilienführenden, sind ziemlich grobklastischer Natur und zweifellos Ablagerungen eines seichten Meeres. Ihre Fauna zeigt einen in Anbetracht der bedeutenden Entfernungen recht engen Anschluß an die gleichaltrigen Gebilde Nordamerikas. Dies erheischt die Annahme einer offenen Verbindung mit der altpaläozoischen Meeresbedeckung dieses letzteren Weltteiles ebenso, wie anderseits die große Übereinstimmung der meisten paläozoischen Vorkommen Südamerikas untereinander nicht nur Ablagerungen aus einer und derselben Meeresprovinz, sondern auch eine große Analogie der speziellen Bildungsverhältnisse voraussetzt.

Bezüglich des Silur gilt dies vorläufig allerdings nur mit Einschränkungen, da wir außer im nördlichen Amazonasgebiete fossilienführendes Silur nur ungenügend vom oberen S. Francisco und aus Bolivien, dann genauer erst wieder aus Argentinien kennen, wo dasselbe im nördlichen Verbreitungsbezirke, in den Provinzen Salta und Jujuy aus Sandsteinen, im mittleren Verbreitungsbezirke, in der Provinz San Juan, aber aus Kalken und Dolomiten besteht und hier wie dort einem bedeutend älteren Horizont angehört als das Silur des Staates Pará. Die silurischen Faunulen Boliviens und Argentiniens verraten anscheinend auch wenig Beziehungen zum nordamerikanischen Silur, was aber möglicherweise mehr in der vorwiegenden Berücksichtigung des Vergleichsmateriales als in einer wirklich totalen Verschiedenheit seinen Grund hat.

Im ganzen genommen sind jedoch die dermaligen Kenntnisse über das Silur in Südamerika noch viel zu bescheiden, als daß sie zur Grundlage eingehenderer vergleichender Erörterungen dienen könnten.

Bei weitem besser steht es diesbezüglich mit dem Devon.

Devonische und zwar durchwegs dem älteren Devon angehörige Ablagerungen kennen wir außer aus dem Amazonasgebiete bisher auch aus den brasilischen Staaten Matto Grosso und Paraná (vergl. L. 54 und 56), ferner aus Bolivien, Peru, Argentinien und anscheinend auch Paraguay*), sowie von den Falkland-Inseln. Überall ist die petrographische Beschaffenheit der Schichten eine sehr ähnliche, die deren strandnahen Ursprung beweist. Dies drängt uns zur Annahme, daß der vom guyanisch-cearensischen archäischen Festland im Norden und Osten umschlossene Teil des Meeres, in welchem sich die sandigen Schichten des Amazonasdevon ablagerten, auch im Südwesten eine Festlandsbegrenzung besessen haben muß, weil, wenn sich in dieser Richtung ein tiefes offenes Meer ausgedehnt hätte, der teilweise noch mehr grobklastische Charakter der devonischen Ablagerungen auch in den vom Amazonas weit entfernten Ländern kaum erklärt werden könnte. Es erscheint demnach an Stelle des größten Teiles des heutigen Südamerika zu Beginn der Mitteldevonzeit ein mäßig tiefes Meer, eingeschlossen zwischen zwei Festländer, nämlich das guyanisch-cearensische Festland im Nordosten, welches eigentlich nur der westliche Küstenstrich des für die damalige erdgeschichtliche Periode aus triftigen Gründen wahrscheinlichen großen Atlantisch-äthiopischen Kontinentes gewesen wäre, und zweitens ein Festland im Südwesten, welches sich vom südlichen Chile und Patagonien westwärts über einen Teil des heutigen Pacifischen Ozeans möglicherweise bis über Süd-Georgien hinaus ausgedehnt haben dürfte und welches wir als Südlichen Kontinent bezeichnet haben (L. 54 und 56). Diesem Südlichen pacifischen Kontinent kommt in der geologischen Entwicklungsgeschichte Südamerikas auch in nachdevonischen Zeiten eine namentlich durch die vortrefflichen Arbeiten C. Burckhardts**) immer deutlicher hervortretende Bedeutung zu.

Das brasilische Devonmeer muß einerseits mit dem New-Yorker, anderseits mit dem Kapländischen Teile des devonischen Weltmeeres als in unmittelbarer Verbindung gestanden gedacht werden, weil die Faunenübereinstimmung in diesen drei Ablagerungsteilen eine sehr große ist. Weniger ausgeprägt, aber in Anbetracht der bedeutenden Entfernungen

*) D'Orbigny: Voyage dans l'Amérique mérid. III., Paléontol., VIII. Géol. 1842-46. — Brackebusch: Bol. Acad. Nac. de Cienc. Córdoba, V, 1883, p. 166. — Steinmann-Ulrich: Paläoz. Versteinerungen aus Bolivien. N. Jahrb. f. M. etc. Beilgb. VIII, 1892, p. 90. — Bodenbender: Zeitschft. d. Deutsch. geol. Ges. XLVIII, 1896, p. 747. — Derselbe: Bolet. Acad. Nac. de Ciencias, Córdoba, XV, 1895, p. 201, auch Separ. Buenos Aires 1897. — E. Kayser: l. c. — J. v. Siemiradzki: Geol. Reisebeobachtungen in Südamerika. Sitzber. Kais. Akad. Wien, CVII, 1898.

**) Traces géolog. d'un ancien continent pacifique. Revista de Museo de La Plata, X, 1900, p. 177. — Le Lias de la Piedra Pintada (Neuquen) par S. Roth, F. Kurtz et C. Burckhardt. Ibid. X, 1901, p. 225.

immer noch überraschend groß ist die Verwandtschaft mit den älteren Devonfaunen Australiens, Asiens und Europas.

Was die Beziehungen zu Nordamerika anbelangt, so stellt sich die Fauna des Amazonasdevon als eine Mischung von Elementen des Oriskanysandsteines, beziehungsweise der Helderberggruppe mit sehr bezeichnenden Arten der Hamiltonschichten des New-Yorker Devon dar. (Vergl. S. 199.) Unter vorzugsweiser Berücksichtigung dieser letzteren Typen und unter der Annahme, daß das mitteldevonische Alter der Hamiltonschichten sicher sei, hatten wir ursprünglich (l. c.) das gesamte fossilienführende Devon des Amazonasgebietes ebenfalls für Mitteldevon erklärt. Nun hat sich aber herausgestellt, daß die üblich gewordene Alterseinschätzung der Hamiltongruppe zu hoch gegriffen war. Insbesondere oberes Mitteldevon können die Hamiltonschichten als Ganzes unmöglich sein, sondern es wird mehr und mehr wahrscheinlich, daß wenigstens ein Teil davon dem Unterdevon angehört, wodurch natürlich auch das Alter der mit ihnen zu vergleichenden Amazonas-Devonschichten herabgedrückt wird. (Vergl. S. 188.)

In der Tat ist es nicht begreiflich, wieso z. B. eine so ausgeprägt amerikanische Art wie *Vitulina pustulosa* Hall in ganz Südamerika und im Kapland das Unterdevon charakterisieren, dann aber in den Hamiltonschichten in genau übereinstimmenden Formen und mit allen ihren mannigfaltigen Abänderungen auf einmal im oberen Mitteldevon wiederkehren und nun für dieses bezeichnend sein sollte. Dasselbe gilt von *Tropidoleptus carinatus* Conr. Eine derartige Übereinstimmung findet darin keine Erklärung, daß man, wie es J. M. Clarke (L. 45) versucht hat, die Arten für in Südamerika autochthon ansieht und ihre spätere Einwanderung aus dem südamerikanischen Meeresteile nach Nordamerika annimmt. Denn diese Möglichkeit zugegeben, bleibt doch die Frage offen, warum die Migration erst nach so langer Zeit erfolgt ist, wie sie zwischen Unterdevon und oberem Mitteldevon gewiß hat verstreichen müssen und warum die Typen trotzdem so ganz unverändert blieben? — Auch die nahe Verwandtschaft der großen Grammysien, der Leiopteren und der Actinopterien vom *Boydi*-Typus der untersten Devonschichten am Maecurú mit Hamilton-Arten gibt diesbezüglich zu denken.

Mit einem Worte: oberes Mitteldevon kann derjenige Teil der Hamiltonschichten, welcher beim Vergleich mit dem Amazonas-Devon in Betracht kommt, nicht sein. Er kann höchstens dem unteren Mitteldevon angehören und in diesem Falle wäre dann auch der untere fossilienführende Horizont am Maecurú (vergl. S. 191) mitteldevonisch. Fällt der fragliche Teil der Hamilton-Group aber dem Unterdevon zu, dann muß auch das Maecurú-Devon zum Unterdevon gezählt werden.

Diese Unsicherheit der Altersdeutung des Amazonasdevon ist für die geologische Entwicklung unseres Gebietes indessen insofern von

minderer Bedeutung, als während der ganzen Zeit der Bildung der Devonablagerungen wesentliche Veränderungen in der Ausdehnung und in den Tiefenverhältnissen der Meeresbedeckung des nördlichen Südamerika nicht stattgefunden haben. Auch die Devonablagerungen von Matto Grosso, Bolivien, Paraná und Argentinien weisen auf das gleichzeitige Anhalten sehr übereinstimmender Bildungsverhältnisse hin. E. Kayser mag aber darin Recht haben, daß die Schichten mit *Pholadella radiata* Conr. sp. in Argentinien*) und Paraná**) eher dem Mitteldevon als dem Unterdevon angehören.

Erst in der jüngeren Mitteldevon- und Oberdevonzeit, von deren Ablagerungen bis jetzt im Amazonasgebiete keine Spur aufgefunden wurde, scheinen bedeutende Veränderungen in der Verteilung von Wasser und Land stattgefunden zu haben, was einesteils mit den schon im Unterdevon begonnenen Ausbrüchen eruptiver Massengesteine, anderenteils mit einem partiellen Zusammenbruch des alten Atlantisch-äthiopischen Kontinentes in Zusammenhang gebracht werden könnte. Dieses letztere hypothetische Ereignis, welches zur Scheidung der beiden wahrscheinlichen großen Festländer der jüngeren paläozoischen Zeit, — der Atlantis und des Gondwána-Landes, wie sie E. Suess***) benannt hat —, durch ein den heutigen Atlantischen Ozean überquerendes Trennungsmeer führte, fällt vermutungsweise in den Beginn des Oberdevon und hatte den Rückzug des Meeres insbesondere aus solchen Gebieten, wie das nördliche und mittlere Südamerika zur Folge, die im älteren Devon nur mit einem mäßig tiefen Meer bedeckt waren.

Wir müssen uns daher zu Ende der Devon- und im Anfang der Carbonzeit den größten Teil Südamerikas als Festland vorstellen, wenngleich wir nur erst sehr wenige Belege von Binnenlandbildungen jener Zeit besitzen (Culm mit *Archaeocalamites radiatus* Stur und *Lepidodendron* cf. *volkmannianum* Stbg. von Retamito in Argentinien †), vielleicht auch die fossilleeren Sandsteine im Hangenden des Devon in Bolivien ††). Die im Südosten anscheinend ständig fortschreitende Erhebung des Landes war im Westen (Chile) teilweise, in den nördlicheren Gebieten, d. h. in Bolivien, Peru und Brasilien, aber in ausgedehnterer Weise von Senkungen begleitet, welche zu Meeresüberflutungen führten.

---

*) Zeitschft. d. Deutschen geol. Ges. 1897, l. c.

**) Alguns Fosseis paleozoicos do Estado do Paraná. Revista do Museu Paulista, IV, 1900, p. 301.

***) Das Antlitz der Erde, I. Bd. p. 500 ff., II. Bd. p. 317 ff.

†) Car. Berg: Annal. Soc. cient. Argentina. T. 31, 1891, p. 209. — F. Kurtz: Revista Argent. de Hist. natur. I. 1891, p. 193. — L. Szajnocha: Sitzber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien, Bd. C, Abt. I. 1891, p. 5.

††) G. Steinmann: Amer. Naturalist, T. XXV, 1891, p. 855. — Berghaus: Atlas d. Geologie, 1892, Text p. 6.

In allen diesen Teilen Südamerikas gehört das marine Carbon dem oberen Stockwerk an. Im unteren Amazonasgebiete entstammen die neocarbonen Ablagerungen einem gewiß tieferen Meeresbecken als es jenes des Devon war, jedoch kann der Tiefenunterschied in Anbetracht der Anhäufung von großen Brachiopoden in den Schichten doch kein sonderlich bedeutender gewesen sein. Beachtenswert ist, daß diese jungcarbonische Meeresbucht annähernd dieselbe geographische Lage innehatte, wie vordem das ältere Devonmeer, dessen Becken sich somit durch Senkungen, als deren Ursache wohl der Zusammenschub des umrandenden Festlandes anzunehmen sein dürfte, gewissermaßen erneuerte. Der Beginn dieser Senkungen wird durch die sandigen Schichten mit Spuren von Pflanzenresten (*Lepidodendron, Calamites,* vergl. S. 147, 182) aber, soweit bis jetzt bekannt, ohne Kohlenflötze, bezeichnet, die, wenn nicht festländische, so doch sicher strandnahe marine Seichtwasserbildungen vorstellen.

Alle zweifellos marinen Ablagerungen des jüngeren Carbonsystemes in Südamerika erscheinen untereinander nahe verwandt, trotzdem sich die bezüglichen Erwägungen außer im unteren Amazonasgebiete sonst überall vorerst nur auf die Kenntnis einiger weniger Faunenelemente und zwar fast nur von Brachiopoden stützen können.

Man kennt marines Carbon in Südamerika zur Zeit:

1. Aus Peru vom Ostfuße der Cordillera Oriental, wo im Bette des Pichis, eines Nebenflusses des Pachitea, welcher sich bei S. Rita in den Ucayali ergießt, von Orton verrollte Gesteinsstücke mit Fossilien aufgesammelt wurden.

Derby bestimmte daraus die folgenden Arten*):

Spirifer condor d'Orbigny.
Reticularia perplexa Mc Ches. sp.
Ambocoelia planoconvexa Shum. sp.
Rhynchonella (oder *Camarophoria*) sp.
Dielasma bovidens Mart. sp.

2. Aus Bolivien: a) vom Titicaca-See, beziehungsweise von Yarbichambi und Yampopata.

Die Fauna wurde von d'Orbigny**) und Gabb***) beschrieben, beziehungsweise von Frech†) erwähnt. Sie umfaßt die folgenden Arten:

Orthis (?) *buchi* d'Orb.
Schizophoria cora d'Orb. sp.
Chonetes variolatus d'Orb.

---

*) Es sei neuerdings darauf hingewiesen, daß sich die Synonymik fast ohne Ausnahme an das vortreffliche Werk von Charles Schuchert: A Synopsis of Amer. fossil Brachiopoda. Washington 1897, Bul. U. St. Geol. Survey Nr. 87, hält.

**) Voyage dans l'Amér. Mérid. Pal. 1842.

***) Jour. Acad. Nat. Sci. Philadelphia. VIII, 1881, p. 302.

†) Lethaea geogn. I. Leth. palaeoz. 2. Bd. 1899, p. 402.

Productus longispinus Sow.
Pr. villiersi d'Orb.
Pr. boliviaensis d'Orb.
Pr. reticulatus Gabb.
Pr. humboldti d'Orb.
Pr. papilio Gabb.
Pr. capacii d'Orb.
Pr. semireticulatus Mart. sp.
Pr. chandlessi Derby (*Pr. peruvianus* d'Orb.?).
Pr. cora d'Orb.
Spirifer condor d'Orb. (*Sp. musakheylensis* Frech).
Spir. pendlandi d'Orb.
Enteletes andii d'Orb. sp.
Ent. gaudryi d'Orb. sp.
Spiriferina cristata Schloth. sp.
Seminula argentea Shep.
Myalina cf. *subquadrata* Meek.

b) Aus der Landschaft Arque im Gebiete von La Paz stammen nach Forbes*), beziehungsweise Salter**):

Orthis (?) *buchi* d'Orb.
Productus boliviaensis d'Orb.
Pr. semireticulatus Mart. sp.
Pr. cora d'Orb.
Spirifer condor d'Orb.

c) Aus der Gegend von Cochabamba sind durch Toula***) bekannt geworden:

Schizophoria cora d'Orb. sp.
Chonetes tuberculatus Mc Coy.
Chon. granulifer Owen.
Chon. glaber Gein.
Productus semireticulatus Mart. sp.
Pr. cora d'Orb.
Spirifer condor d'Orb.
Spiriferina cristata Schloth. sp.
Seminula argentea Shep.
Rhynchonella pleurodon Phill. sp.
Dielasma hochstetteri Toula sp. (wohl identisch mit *D. bovidens* Mart. sp.
Actinocrinus sp.
Spuren von Korallen und Bryozoen.

*) Quart. Journ. Geol. Soc. XVII, 1861, p. 50.
**) Ibid. XVII, p. 62.
***) Sitzber. d. Kais. Akad. d. Wiss. Math.-naturw. Cl. Bd. LIX, 1. Abt., 1869, p. 433.

d) Von Santa Cruz wurden durch Cummings erbracht und von Salter (l. c.) bestimmt:

Spirifer condor d'Orb.
Rhynchonella pleurodon Phill. sp.
Enteletes andii d'Orb. sp.
Dielasma bovidens Mart. sp. *)

3. In Chile ist marines Obercarbon erst neuestens durch die Entdeckung von Productusschiefern (mit *Productus* ähnlich dem *Pr. longispinus* Sow. und *Poteriocrinus*) im Choapa-Tale bei La Ligua **) nachgewiesen worden.

4. In Paraguay soll marines Carbon im Grenzdistrikt gegen Matto Grosso entwickelt sein. Siemiradzki (l. c.) erwähnt von dort *Spirifer condor* d'Orb. (*Sp. postrtriatus* Nik.) und einen *Productus*, der anscheinend zu *Pr. humboldti* d'Orb. gehört. Leider ist aber die Herkunft dieser Fossilien nicht sicher, sondern wird bloß vermutet.

5. Endlich in Brasilien sind marine Carbonablagerungen außer im unteren Amazonasgebiete noch bekannt im südlichen Matto Grosso, sowie in den angrenzenden Gebieten von Paraná und São Paulo, und einigermaßen wahrscheinlich ist ihr Vorkommen auch in Bahia und Maranhão, allein wir besitzen dermalen keine nähere Kenntnis der bezüglichen Faunen.

Wie ersichtlich, ist die Verbreitung des Obercarbon, beziehungsweise Permocarbon in Südamerika eine sehr große. Im Vergleich mit der Verbreitung des Devon ist sie aber mehr verzweigt, entsprechend der Vorstellung von partiellen Senkungen innerhalb des ehemals vom Devonmeer gleichmäßig bedeckten Gebietes. Da die carbonischen Kalke wohl sicher aus durchschnittlich tieferen Meeresteilen abgelagert wurden als die devonischen Sandsteine, aber zwischen und neben ihren Verbreitungsdistrikten vielerorts gleichzeitige kohlenführende Litoral- oder Binnenland-Bildungen entwickelt sind, kann man sich von der Verteilung von Meer und Land in Südamerika gegen Ende der Carbonzeit kaum eine andere Vorstellung bilden, als daß damals flache und versumpfte Inseln und Landzungen durch verhältnismäßig tiefe Meeresbuchten und Meeresstraßen voneinander geschieden waren. Diese grabenartig tiefen Meeresstraßen vermittelten zwischen der neocarbonischen Meeresbedeckung Südamerikas und jener der übrigen Verbreitungsgebiete des jüngeren Carbon auf der Erde nach allen Richtungen eine leichtere Verbindung als sie im älteren Paläozoikum bestanden hatte, weshalb es nicht Wunder nehmen kann, daß die jungbarbonische Fauna Südamerikas und speziell

*) Zwei weitere Brachiopoden aus dieser Gegend: *Spirifer boliviaensis* d'Orb. und *Rhynchon. peruviana* d'Orb. stammen aus dem Devon.

**) R. A. Philippi: Ztschft. d. Deutschen geol. Ges., L, 1898, p. 435.

jene des unteren Amazonasgebietes, als die dermalen am besten bekannte und reichste, so vielfache Beziehungen zu den gleichaltrigen Faunen selbst sehr weit entfernter Länder aufweist. Es hat freilich den Anschein, als ob diese mehrfach überraschende Verwandtschaft zum Teil ihren Grund darin hätte, daß man sich bei der Bearbeitung der bezüglichen europäischen und asiatischen Faunen weniger Zurückhaltung in der Identifizierung mit südamerikanischen Arten auferlegt hat, als es sonst bei fossilen Arten aus weit entfernten Gegenden der Fall zu sein pflegt, so daß sich vielfach fast schon eine Verländerungs-Paläontologie herausgebildet hat.

Aus den angeführten Fossilienverzeichnissen und den Fossilienlisten des Amazonascarbon (S. 162 ff.) erhellt zunächst mit aller Deutlichkeit die vorhin betonte große Übereinstimmung sämtlicher dermalen bekannten jungcarbonischen Ablagerungen Südamerikas, in welchen *Spirifer condor*, *Reticularia perplexa*, *Seminula argentea*, *Productus cora* und *Pr. semircticulatus* ganz allgemein verbreitet sind. Während wir aber im Amazonasgebiete vermöge der genaueren Faunenkenntnis im stande sind, die Schichten mit Sicherheit als oberstes Carbon mit teilweisem Hinübergreifen in das Perm zu bestimmen (vergl. S. 162), müssen wir uns bei den übrigen Vorkommen begnügen, sie einfach als Obercarbon anzusprechen. Bemerkenswert ist, daß die Verwandtschaft dieser letzteren mit den Carbonablagerungen Nordamerikas, speziell der mittleren und westlichen Staaten der Union: Arkansas, Missouri, Kansas, Nebraska und Nevada, sowie mit Alaska*) relativ größer zu sein scheint, als zwischen diesen selben Gebieten und dem viel näheren Amazonascarbon. So sind von den bisher aus Bolivien bekannt gewordenen Arten mehr als 90% identisch mit solchen aus Nordamerika und Alaska, während von den Amazonasarten kaum 50% in Nordamerika wiederkehren. Immerhin muß die Verbindung zwischen der jungcarbonischen Meeresbedeckung des Amazonasgebietes und des westlichen Nordamerika eine offene und unbehinderte gewesen sein. Vielleicht wird das nähere Studium der Carbonablagerungen von Nicaragua, Honduras, Guatemala und Mexiko ein Licht auf die Abzweigungen dieser Verbindung werfen, welche, nach der Entfaltung der bezüglichen Ablagerungen zu urteilen, jedenfalls im Westen des Kontinentes über Teile des heutigen Pacifischen Ozeans hinweg erfolgt ist, wobei aber wahrscheinlich auch schon eine Verbindung quer über den jetzigen Atlantischen Ozean mit dem jüngeren Carbon Europas bestand.

Der durch den Südlichen pacifischen Kontinent seinem heutigen Umfang gegenüber wesentlich eingeengte und möglicherweise überdies

---

*) Rep. on the paleoz. Fossils from Alaska. XVII. Ann. Rep. U. St. Geol. Survey, Part. I, 1896, p. 893. — Ibid. XXI. Ann. Rep. Part. II, 1900, p. 359.

durch Inseln unterbrochene Große Ozean vermittelte wohl hauptsächlich auch die Verbindung zwischen der carbonischen Meeresbedeckung Amerikas und Asiens.

Im letzteren Weltteile sind die Ablagerungen des Carbonsystemes in Indien und China von besonderer Wichtigkeit. Die grundlegenden Werke Waagens, v. Richthofen-Kaysers und v. Lóczys haben diese weiten Gebiete erschlossen, die vortrefflichen Arbeiten von Diener, Frech und Noetling haben die Kenntnis ihrer carbonischen Ablagerungen wesentlich vertieft. Bezüglich der Altersdeutung der einzelnen Stufen des Productuskalkes der Salt-Range Indiens sei zunächst darauf verwiesen, was darüber oben auf S. 162 bemerkt wurde. Ebenso wie die jungcarbonen Ablagerungen von Nebraska, Arkansas, Missouri usw., muß auch das Amazonascarbon mit dem unteren Productuskalk parallelisiert werden, welcher das jüngere Obercarbon repräsentiert. Die faunistischen Beziehungen zwischen ihm und dem Amazonascarbon sind zwar nicht besonders ausgeprägt, aber immerhin in Einzelheiten überraschend. So z. B. sind, abgesehen von der Allerweltsform *Productus semireticulatus* und von *Prod. cora,* auch sonstige gewöhnliche Salt-Range-Arten in übereinstimmenden Formen im unteren Amazonasgebiete sehr verbreitet, als *Prod. lineatus* Waagen, *Cleiothyris roysii* Léveil. sp., *Dielasma itaitubense* Derby sp., während viele andere durch nahe verwandte Arten vertreten werden, wie *Ortholychia morganiana* Derby sp. durch *Orthis derbyi* Waag., *Streptorhynchus hallianus* Derby durch *Str. deltoides* Waag., *Strophalosia cornelliana* Derby durch *Str. indica, Productus chandlessi* Derby durch *Prod. tumidus* Waag., *Spirifer cameratus* durch *Spir. musakheylensis* Dav., *Spiriferina transversa* Mc Ches. durch *Spir. vercherei* Waag., *Hustedia mormoni* Mac. sp. durch *Eumetria grandicosta* Dav., *Lima retifera* Shum. durch *Lima footei* Waag., *Euphemus carbonarius* Cox durch *Euph. laevis* Waag. u. a. m. Es ist bemerkenswert, daß diese Arten eigentlich eine Mischung von Faunenelementen aller drei Stufen des Productuskalkes Indiens repräsentieren.

Die Beziehungen des Carbonsystemes der Salt-Range zum Himálaya hat C. Diener*) festgestellt. Es ergibt sich daraus in Anwendung auf das Amazonascarbon, daß dieses letztere nur mit den obercarbonischen Barus- oder Zewán- beds von Kaschmir und allenfalls noch mit den permocarbonischen tibetanischen Klippenkalken des Chitichun Nr. I in Parallele gestellt werden kann.

Die Verhältnisse des Carbonsystemes in China und seine Beziehungen zu den meisten Verbreitungsgebieten jungpaläozoischer Ablagerungen auf der Erde sind in L. v. Lóczys prächtigem Werke über

*) The permocarb. Fauna of Chitichun. Palaeont. Indica. Ser. XV. Himálayan Fossils, Vol. 1, Part 3. Calcutta 1897. — Sitzber. d. Kais. Akad. Wiss. Math.-naturw. Cl. Bd. CVI, Abt. I, 1897.

die paläontologischen und stratigraphischen Resultate der Reise des Grafen B. Széchenyi in Ostasien*) ausführlich behandelt. L. v. Lóczy gelangt (l. c. p. 206) zu dem hochinteressanten Resultate, daß die carbonische Meeresbedeckung von Süd- und Nordchina vom östlichen und vielleicht auch mittleren Kwen-lun in scharfer Weise voneinander getrennt wurde. „Nördlich vom Kwen-lun breitete sich das russisch-uralische Meer des unteren und der beiden Stufen des oberen Carbon aus; südlich vom Kwen-lun erneuerte sich im oberen Carbon die Meeres-Überflutung erst, nachdem eustatische Niveau-Veränderungen die außermarine Bildung der Kohlenflötze von Nanking und Loping ermöglicht hatten.“ Der trennende Kontinent des östlichen Kwen-lun scheint seit dem Cambrium durch das ganze Paläozoikum hindurch bestanden zu haben.

Aus den Fossilienlisten v. Lóczys ergibt sich, daß das Amazonascarbon bei aller Geringfügigkeit der faunistischen Übereinstimmung doch immer noch mehr Beziehungen zum Carbon der Gegenden nördlich vom Kwen-lun, als zu jenem Südchinas besitzt, was sich auch bei entsprechender Berücksichtigung der von E. Kayser**) ausgezeichnet beschriebenen und von G. Fliegel***) in einigen Einzelheiten revidierten Fauna von Loping nicht ändert. Daß die faunistischen Beziehungen des Amazonascarbon zum indischen viel enger zu sein scheinen, hat seinen Grund wohl hauptsächlich darin, daß hier sehr umfangreiche Faunen miteinander verglichen werden und dürfte kaum sonderlich gegen die Vorstellung sprechen, daß die chinesischen Verbreitungsbezirke des Carbon nördlich vom Kwen-lun zur jungcarbonischen Zeit eine unmittelbarere Meeresverbindung mit dem Amazonasgebiet besaßen, als jene Südchinas. Man darf demnach wohl annehmen, daß auch die Verbindung mit dem Carbon Rußlands hauptsächlich auf dem Wege über Nordchina stattfand.

Die Beziehungen der Ablagerungen des Carbonsystemes in Rußland zu jenen des Amazonasgebietes gelangen namentlich in den Werken Th. Tschernischews zum Ausdruck, weil dieser ausgezeichnete Forscher seine bezüglichen Arbeiten auf breitester literarischer Grundlage basiert und das Amazonascarbon auch direkt vergleichend berücksichtigt hat, wogegen es von anderen europäischen Autoren, außer W. Waagen, bisher fast völlig vernachlässigt wurde.

Es unterliegt darnach keinem Zweifel, daß das Amazonascarbon der Schwagerinen- oder Ufa-Stufe des Ural, speziell den Kalken des Sim-Gebietes, beziehungsweise dem obersten Carbon Zentralrußlands und

*) Wissenschaftliche Ergebnisse der Reise des Grafen Béla Széchenyi in Ostasien 1877—1880, III. Bd.: Beschreibung des gesammelten Materiales, IV. Abt., Budapest 1898.

**) F. v. Richthofens „China“, IV. Bd., p. 160—208.

***) Die Verbreitung des marinen Obercarbon in Süd- und Ost-Asien. Zeitschrift d. Deutsch. geol. Ges., L. Bd. 1898, p. 385.

teilweise auch noch der Artinsk-Stufe entspricht. In der oberen Abteilung des Carbon im Plateau von Ufa kommen von spezifisch amazonischen Arten vor*): *Orthotychia morganiana* Derby sp., *Dielasma itaitubense* Derby sp., sowie ferner *Productus cora* d'Orb., *Spirifer cameratus* Mart. und mehrere mit amazonischen nahe verwandte Formen. Aus dem südamerikanischen Carbon im weiteren Umfange stammen außerdem: *Prod. boliviaensis* d'Orb., *Pr. inca* d'Orb., *Chonetes variolatus* d'Orb., *Dielasma bovidens* Mort. — Aus den obersten Carbon- und Permocarbonschichten des Donetzbeckens**) seien von Arten, die im Amazonasgebiete häufig sind, die folgenden genannt: *Productus semireticulatus* Mort., *Pr. cora* d'Orb., *Spirifer cameratus* Mort., *Allorisma subcuneata* Meek u. Hayd., *Cleiothyris royssii* Léveil. sp., *Pr. lineatus* Waag., *Schizodus wheeleri* Swall., *Lima retifera* Shum.

In ähnlicher Weise finden sich auch in den sonstigen Carbonablagerungen Rußlands mancherlei faunistische Übereinstimmungen mit dem Amazonascarbon, wie z. B. im Gebiete von Moskau***), im Timan und auf Spitzbergen†), wo überall südamerikanische Arten relativ viel reichlicher auftreten als in Westeuropa.

Während das Amazonasgebiet und Teile der angrenzenden Länder, sowie überhaupt das westliche Südamerika vom jungcarbonischen Meere eingenommen wurden, blieb der Ostrand und der ganze südöstliche Teil Südamerikas Festland. Die Ablagerungen des Carbonsystemes in diesen Gegenden sind terrestrischen Ursprunges und bestehen in Sa. Catharina, Rio Grande do Sul, Uruguay und Argentinien aus einer verhältnismäßig gut bekannten††), steinkohlenführenden Schichtenreihe, ferner in Paraná, Bahia, Piauhý und anscheinend auch in Maranhão aus Schichten, welche neocarbone Pflanzenreste einschließen, aber von deren oft behaupteter Kohlenführung wir noch keine sicheren Nachrichten besitzen. Alle diese

---

*) Th. Tschernischew: A partir de la ville d'Oufa jusqu'au versant oriental de l'Oural. St. Pétersbourg, VII. Congr. géol. Nr. III, 1897.

**) Derselbe u. Lutugin: Le bassin du Donetz. Ibid. Nr. XVI, 1897.

***) S. Nikitin: Depôts carbonif. et puits artésiens dans la rég. de Moscou. Mém. du Com. géol. V, Nr. 5, 1890. (U. m. a. *Spirifer poststriatus* Nik. = *Spir. condor* d'Orb., *Retzia pseudocardium* Nik., wie er selbst schon pag. 168 andeutet, = *Retzia punctulifera* Shum., d. i. *Hustedia mormoni* Marc. sp., deren längliche Formen im Amazonasgebiet häufig sind.)

†) Th. Tschernischew: Artinsk- und Carbon-Schwämme vom Ural und vom Timan. Min. Ges. St. Petersburg, XXXVI, 1898.

††) E. Dähne: Relatorio das exploraçoes géolog. etc. das minas de carvão de pedra do Arroio dos Ratos. Rio de Jan. 1887. — A. Hettner: Das südlichste Brasilien. Zeitschrift d. Ges. f. Erdkunde, Berlin, XXVI. Bd., 1891, p. 84. — C. Berg: La formation carbonifera de la Rep. Argent. Ann. Soc. cient. Argent. XXXI, 1891, p. 209. — F. Kurtz: Rev. Arg. de Hist. nat. I. 1891, p. 193. — Derselbe: Rev. del. Museo de la Plata, VI, 1893, p. 123. — E. Dähne: A mineração de carvão etc. de São Jeronymo no Estado do Rio Grande do Sul. Porto-Alegre, 1893.

Binnenlandbildungen gehören nach den sorgfältigen Untersuchungen der fossilen Flora durch den Meister der Phytopaläontologie R. Zeiller*) ungefähr einer und derselben Epoche an, nämlich dem unteren Perm, oder dem Übergang vom Carbon zum Perm und repräsentieren in ihrer Flora eine bemerkenswerte Mischung der älteren Permflora der nördlichen Halbkugel mit Elementen der sog. Glossopteris-Flora der südlichen Hemisphäre, zumal jener mit *Gangamopteris cyclopteroides* Feistm. Diesen südamerikanischen terrestrischen Neocarbonalablagerungen entsprechen anscheinend wenigstens in ihrem tieferen Teile die Glossopterisschichten Südafrikas, Indiens und Australiens, worin der wichtigste Beweis für die Annahme des großen brasilisch-indischen, Südafrika und Australien mitumfassenden Gondwána-Kontinentes beruht, in dessen nordwestliche ausgelappte und zerstückelte Küste das jungcarbonische Amazonasmeer eingriff. Gleichzeitig war das östliche Amazonasfestland möglicherweise ein Teil jener Brücke, über welche die Verbindung Südbrasiliens mit der nordafrikanischen und europäischen borealen carbonischen Vegetationszone stattfand. In diese letztere wanderten Typen der südlichen Glossopterisflora, wie die Vorkommen im Gouvernement Wologda und im Dwina- und Petschoragebiete Nordrußlands lehren**), erst im jüngeren Perm wahrscheinlich von Südasien ein***), während in Sibirien zu gleicher Zeit eine normale, europäisch-nordamerikanische Permflora verbreitet war†).

Am Schluß der Neocarbonzeit zog sich das Meer aus dem unteren Amazonasgebiete zurück und von da ab blieb das Innere dieses ausgedehnten Landstriches, soweit wir dies auf Grund der bisherigen geologischen Erfahrungen anzunehmen berechtigt sind, von weiteren Meeresbedeckungen frei.

Die zweifelhaften Permablagerungen, deren wir oben (S. 140 ff.) erwähnten, würden darnach etwas jünger als die Gangamopteris-Schichten Südbrasiliens sein und dem Landzuwachs des sich successive auch über Mittel- und Nordbrasilien ausdehnenden südamerikanischen Teiles des Gondwána-Kontinentes entsprechen.

Weder aus der Trias-, noch aus der Jurazeit ist bisher im unteren Amazonasgebiete eine Spur von marinen Bildungen bekannt geworden und auch aus der Kreidezeit kennen wir im Innern des Landes keinerlei Ablagerungen marinen Ursprunges. Nur an der östlichen (atlantischen) Küste zieht sich ein schmaler Streifen jungkretazischer Meeres-Sedimente hin (S. 131 ff.). Für die Annahme einer Ausbreitung

*) La flore fossile des gisem. houillers de Rio Grande do Sul. Bull. de la Soc. géolog de France, 3e sér., t. XXIII, 1895, p. 601.

**) W. Amalitzky: Trav. Soc. nat. S. Péterbourg, XXVIII, 1898.

***) R. Zeiller: Bull. de la Soc. botan. de France XLV, 1898, p. 392.

†) R. Zeiller: Comptes rendus des séances, CXXXIV, 1902, p. 887.

derselben landeinwärts besitzen wir jedoch gar keinen Anhalt; im Gegenteil ist es sehr bezeichnend, daß auch die marinen Kreidebildungen der südlicheren Staaten Brasiliens, d. h. jene von Parahyba, Pernambuco, Alagôas und Sergipe der atlantischen Strandregionen angehören. Rein marine Kreideablagerungen sind im Inneren Brasiliens und speziell des Amazonasgebietes überhaupt noch nicht entdeckt worden, so daß es schier unbegreiflich ist, wie sich in manchen geologischen Werken die Behauptung festsetzen konnte, die große cenomane Kreide-Transgression hätte auch das ganze Amazonastal ausgefüllt. Dies ist durchaus irrtümlich. Nach den vorliegenden Beobachtungen ist die Entwicklung des Amazonasgebietes in der mesozoischen Ära vielmehr die folgende:

Mit Beginn des Mesozoikums schloß sich an das uralte guyanisch-ostamazonische Festland der infolge des Rückzuges des jungpaläozoischen Meeres trocken gelegte Teil des mittleren Südamerika an und dieses neu entstandene guyanisch-brasilische Festland bildete die östliche Küste des Triasmeeres, aus welchem die andinen Triasbildungen zur Ablagerung gelangten. Der südliche pacifische Kontinent bestand zu jener Zeit noch ebenso wie im älteren Paläozoikum, denn die südlichsten Liasvorkommen, welche wir zur Zeit mit Sicherheit kennen, nämlich jene von La Piedra Pintada im Neuquen-Gebiete Südwest-Argentiniens an der chilenischen Grenze*), sind küstennahe Ablagerungen mit Einschaltungen von pflanzenführenden Schichten. Auch die sonstigen Jurasedimente der argentinisch-chilenischen Cordillere sind zum großen Teil Seichtwasserbildungen. Erst zu Ende der Jurazeit wurde die Meeresbedeckung tiefer und gewann zugleich gegen Osten hin an Ausdehnung**).

In den nördlicheren Teilen der Cordillere weisen die vorherrschenden Kalksteine des Jura auf den Bestand eines mehr offenen und tieferen Meeres hin, was mit der Vorstellung übereinstimmt, daß der vom Südlichen pacifischen Kontinent im Osten eingeschlossene Meeresarm nach Norden über Peru in den offenen (pacifischen) Jura-Ozean einmündete. Zugleich bestand im Südwesten eine Verbindung mit dem jurassischen Weltmeer über Patagonien***) um die Südküste des Gondwána-Kontinentes herum.

Gegen den Schluß der Jurazeit, während die Meeresbedeckung des andinen Gebietes ostwärts an Umfang zunahm, scheint auch eine Trans-

---

*) S. Roth, F. Kurtz und C. Burckhardt: Le Lias de la Piedra Pintada. Revista del Museo de la Plata, X, 1901, p. 225.

**) C. Burckhardt: Profils géolog. transversaux de la Cordil. Argent.-Chiliene. Stratigraphie et Tectonique. I. part. du Rapp. défin. Annales del Museo de la Plata, II, 1900. — Derselbe: Revista del Museo de la Plata, X, 1900, p. 177.

***) J. B. Hatcher: On the geology of South-Patagonia. Amer. Journ. of Science, IV, 1897, p. 327.

gression auf der Ostseite des guyanisch-brasilischen Festlandes stattgefunden zu haben, die von dem Mittelmeer zwischen dem nord- und dem südatlantischen Kontinent ausging.

Weite Strecken des südlichen Ceará, des westlichen Pernambuco, nördlichen Bahia und des Flußgebietes des heutigen Parnahyba wurden von seichten Meeresüberflutungen betroffen, denen jene Sandstein- und Schieferablagerungen, mit schichtweisen Einschaltungen von Mergelkalkknollen entstammen, welche zahlreiche Krebse, Fische, Reptilien- und Saurier-Reste, aber nur wenig Conchylien einschließen und am ehesten mit den Purbeckschichten Westeuropas zu parallelisieren sind *).

Diese von der atlantischen Seite aus erfolgte, wohl nur oszillierende Ausdehnung des oberjurassischen Meeres über Teile des östlichen Brasilien ist das erste Anzeichen einer Beteiligung von Ablagerungen aus Meeresbecken, welche als Vorläufer und Teilstücke des heutigen Atlantischen Ozeans zu betrachten sind, an der geologischen Entwicklung des nördlichen Teiles von Südamerika.

Das guyanisch-brasilische, sich über das Amazonasgebiet nach Süden ausbreitende Festland bewahrte währenddessen seinen Bestand weiter, wenn auch durch Einbrüche und Senkungen von Osten her verschmälert und gegen Südosten in Inseln aufgelöst. Desgleichen existierte noch die alte Festlandsverbindung zwischen Südafrika und dem südlichen Südamerika einerseits und Australien-Neuseeland anderseits.

Das zwischen diesen beiden Landmassen eingeschlossene Meer gewann um die Mitte der Kreidezeit an Umfang und bedeckte Teile des Staates Sergipe, wo (besonders in der Gegend von Maroim) ammonitenreiche Kreideablagerungen dem Paläozoikum diskordant auflagern **). Ch. A. White (L. 42) hat dieselben der oberen Kreide im allgemeinen, F. Kossmat ***) dem Cenoman, Douvillé †) dem oberen Albien (Gault) zugewiesen; jedenfalls gehören sie dem Grenzgebiet zwischen unterer und oberer Kreide an und dokumentieren die Tatsache einer, wenn auch nur beschränkten, cenomanen Meeresbedeckung in diesem Teile Brasiliens.

Unvergleichlich größer war jedoch die Meerestransgression zur Zeit der jüngsten Kreide (Senon, bezw. Danien), welche auch das untere Amazonasgebiet berührte. Nach der dermaligen Kenntnis der

*) Die weitverbreitete Annahme, daß diese Schichten dem Cenoman angehören, oder gar mit dem jüngsten Senon des Pirábasgebietes gleichaltrig sein könnten (L. 70), ist irrig.

**) J. Branner: Cretaceous and Tertiary Geology of the Sergipe-Alagôas-Basin of Brazil. Transact. of the Amer. philos. Soc. Philadelphia, XVI, 1889, p. 429.

***) Bedeutung der südindischen Kreideformat. für die Beurteilung der geograph. Verhältnisse während der späteren Kreidezeit. Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanstalt, Wien, 44. Bd., 1894, p. 459.

†) A. de Lapparent: Traité de Geologie, 4. édit., 1900, III, p. 1311.

bezüglichen Ablagerungen scheint diese Meeresüberflutung von Süden nach Norden successive vorgeschritten zu sein, derart, daß sie zunächst Sergipe, später — als sie höher stieg, beziehungsweise die Senkung des Landes weiter vorschritt — Pernambuco und schließlich auch Pará erreichte. Daher umfassen die Schichten des Pirábasgebietes (S. 132) nur eine jugendliche Fauna, jene von Pernambuco schon eine Mischung derselben mit älteren Typen und Sergipe eine ganz vorherrschend ältere Fauna. Ohne Zweifel gehört der größte Teil der Sergipe-Kreide der Basis der oberen Abteilung des Systemes an, einzelne Faunenelemente verweisen jedoch auf das Vorhandensein auch höherer Stufen (Turon, selbst Senon). In Pernambuco ist es umgekehrt: hier herrscht Senon*) entschieden vor, Anklänge an Turon sind gering; und in Pará endlich finden wir nurmehr oberstes Senon, beziehungsweise schon Übergänge zum Eocän. Es scheint, daß eine Analogie dieser progressiven Transgression in Chile und in der chilenisch-argentinischen Cordillere besteht. Auch dort besitzt die obere Kreide, soweit sie ziemlich lückenlos entwickelt ist, ebenfalls eine viel beschränktere Verbreitung, als die bloß jüngeren und jüngsten Stufen, welche sich sowohl nach Westen, als nach Osten hin weit ausdehnen. Belege bieten einerseits die kleine Insel Quiriquina**) (unweit von La Concepcion an der pacifischen Küste Chiles), wo Senon von indisch-pacifischem Charakter transgredierend auf kristallinischen Schiefern — ähnlich wie in Pará — auflagert; anderseits die jungen Kreideablagerungen des Rio Negro-Gebietes (Roca) in Südwest-Argentinien, deren enge faunistische Beziehungen zu der Kreide von Pernambuco und Pará***) noch besonders ins Gewicht fallen.

Während die ostbrasilische Kreidetransgression begann und vorschritt, bestand auf der Nordseite des guyanisch-amazonischen Festlandes schon längst eine über die Antillen, Venezuela und Columbien nach Peru hinüberziehende Meeresstraße. Dieser entstammen die Hippuriten und Actäonellen führenden Ablagerungen von Jamaica†), die Gault- und Untersenon-Bildungen von Venezuela††), die Kreide von Columbien, wo

---

*) O. Behrendsen: Zur Geologie des Ostabhanges der argentinischen Cordillere. Zeitschft. d. Deutsch. geol. Ges. 1891, p. 369 (fortgesetzt 1892, p. 1) und F. Kossmat (l. c.) sind geneigt, schon die Ablagerungen von Pernambuco an die Grenze zwischen Kreide und Eocän zu verlegen.

**) G. Steinmann: Beiträge zur Geol. u. Paläont. von Südamerika. III. Alter u. Fauna der Quiriquina-Schichten in Chile von G. Steinmann, W. Deecke u. W. Möricke; Neues Jahrb. f. Min. etc., X. Beilagebd., 1895.

***) C. Burckhardt: Le gîsem. supracrétacique de Roca. Revista del Mus. de La Plata, X, 1901, p. 207.

†) F. Kossmat: l. c., p. 475.

††) G. Steinmanns Beiträge l. c. V und VI: Zur Kenntnis der Kreideformat. in Venezuela und Peru, sowie Columbien von K. Gerhardt. N. Jahrb. etc., XI. Beilagebd., 1897. Die Fossilien aus Venezuela erbrachte W. Sievers, jene aus Peru Barranca,

nebst den von K. Gerhardt nachgewiesenen unteren Stufen (Barremien, Aptien und Albien) auch obere Kreide entwickelt zu sein scheint, sowie das obere Albien und das Senon von Peru. Der östlichen Strandregion des peruanisch-andinen Kreidemeeres gehören die brackischen Ablagerungen mit Mososauriden-Resten und Gypslagern im Purúsgebiete an, welche die äußerste Grenze des von Westen in den alten Festlandskörper Südamerikas hereingreifenden Weltmeeres der jungmesozoischen Epoche bezeichnen.

So wie während dieses ganzen Entwicklungs-Abschnittes der Erdoberfläche verblieb das untere Amazonasgebiet auch während der folgenden tertiären Periode Festland, — Festland in dem Sinne, daß es von Meeresbedeckungen frei blieb. Wir kennen aus dem Bereiche des Staates Pará bis zum heutigen Tage keine marinen Tertiärablagerungen. Die pflanzenführenden Sandsteine und Schiefertone des Paläogen (S. 118) sind ihrer Beschaffenheit nach teils limnischen, teils äolischen Ursprunges und wir können uns ihre Bildungsstätte am besten als unweit vom Meeresgestade gelegenes, teilweise versandetes und von Dünen durchzogenes, seenbedecktes Tiefland vorstellen. Im Norden und Osten wurde dasselbe vom guyanisch-ostamazonischen Festland begrenzt, nach Westen gegen den Pacifischen Ozean war es zwar offen, jedoch nur unzulänglich, so daß es einem rundum abgeschlossenen Becken glich, welches mehr und mehr durch eingeschwemmte und äolische Sedimente vertragen wurde.

Was sich von diesen Bildungen bis auf die Gegenwart erhalten hat, sind nur der Abtragung entgangene Überbleibsel ehemals weit verbreiteter Ablagerungen, deren Versteinerungsführung zu spärlich und überdies viel zu ungenügend bekannt ist, um eine genauere Parallelisierung mit ähnlichen Gesteinsreihen anderer Gebiete zu ermöglichen.

Zunächst wäre vergleichsweise wohl an die Laramieschichten Nordamerikas zu denken; ferner an die kohlenführenden, an der Basis oft konglomeratischen, molassenartigen Sandsteine und sandigen Tone mit Pflanzenresten im Hangenden der Quiriquina-Schichten in Chile*); dann an die ebenfalls Pflanzenreste enthaltenden Sandsteine des südwestlichen Patagonien zwischen Ultima Esperanza und Lago Argentino**), oder an den unteren Teil der lignitführenden Schichten von Punta Arenas an der Magelhäes-Straße in Südchile***). Aber in allen diesen Fällen bleibt

und die Sammlungen aus Columbien stammen von Hettner, Reiß und Stübel. — Über Venezuela lieferte W. Sievers eine vortreffliche geologische und tektonische Karte mit lehrreichem Text in Petermanns Mitteil. 1896, p. 125, Taf. 10.

*) G. Steinmanns Beiträge III, l. c.

**) R. Hauthal: Zeitschft. d. Deutsch. geol. Ges., L, 1898, p. 436. Die fraglichen Sandsteine liegen darnach über Kreideschichten mit *Inoceramen*, *Baculiten* und in den oberen Lagen angeblich sogar *Calamiten!*

***) A. E. Ortmann: Prelim. Rep. on some new marine Tertiary horizons discover. by J. B. Hatcher near Punta Arenas, Magellanes. Amer. Journ. of Science, VI, 1898, p. 478.

die Parallele nur eine beiläufige, solange nicht wenigstens die Flora der Paitúna-Schichten (S. 118, 123) genauer untersucht wird. Die nur von wenigen Punkten — Trinidad, Peru, Argentinien — bekannten marinen Eocänablagerungen machen es wahrscheinlich, daß die damalige Meeresbedeckung Südamerikas nicht mehr so ausgedehnt und gleichmäßig war wie in der jüngeren Kreide, beziehungsweise, daß der Küstenumriß des an Umfang sehr gewachsenen guyanisch-brasilischen Eilandes während der paläogenen Zeit viel unregelmäßiger und zerrissener geworden war.

Manche von den Küsteneinbuchtungen, in welche große Flüsse mündeten, wandelten sich in der folgenden jüngeren Tertiärperiode zu ausgedehnten Ästuarien um, von denen jenes, welches das heutige Grenzgebiet zwischen Brasilien, Peru und Ecuador am oberen Maranhão einnahm, insofern in Beziehungen zum unteren Amazonasbereiche stand, als des letzteren Entwässerung damals dahin — also in westlicher, nicht wie heute in östlicher Richtung — erfolgte.

Die vom guyanisch-ostamazonischen Festlande nach Westen abfließenden Ströme zerfurchten die Aufschüttungsebenen der paläogenen Seelandschaft und bewirkten eine gewaltige Abtragung, welche schließlich von den paläogenen Ablagerungen nurmehr einige inselartige Reste übrig ließ. Diese blieben erhalten, weil einerseits durch die Abflachung des Entwässerungsgebietes und durch die vom Mündungsbereiche stromaufwärts vorschreitenden Sinkstoffanhäufungen sowohl, als anderseits durch die Behinderung des rascheren Abströmens der Gewässer durch die allmählich beginnende Erhebung der Cordilleren die Erosionskraft der Flüsse mehr und mehr erschlaffte, dagegen ihre Aufschüttungsfähigkeit wuchs und infolgedessen die paläogenen Erosionsinseln durch Anlagerung von Sinkstoffmassen schützend umsäumt wurden.

Die westwärts gerichtete Haupt-Entwässerungsader des guyanisch-ostamazonischen Festlandes kann möglicherweise in einer Verlängerung des Golfes von Guayaquil, welcher im westlichen Küstenumriß Südamerikas eine sicherlich auffallende Erscheinung ist, ihre Mündung besessen haben. Als die Andenwelle sich zu erheben begann, wurde dieser Mündungskanal nach und nach verlegt, so daß die gezeitlichen und später die Springfluten zwar noch eine Zeitlang darüber hinweg landeinwärts einschlagen konnten, aber der Rückfluß zum Meere so behindert war, daß jenseits der tektonischen Küstenbarre brackische Lachen entstehen mußten. Die zuströmenden Binnenwässer verwandelten dieselben allmählich in Seen und an deren Rändern lagerten sich die von Kohlenflötzchen durchschossenen Tone ab mit einer Süßwasserfauna von schwach brackischem Einschlag, wie jene von Pebas *) am linken Ufer des Amazonas (Maranhão)

*) O. Boettger: Die Tertiärfauna von Pebas am oberen Maranhão. Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanst., 28. Bd., 1878, p. 485.

in Peru und von einigen anderen Punkten zwischen Tabatinga und Nauta.

Also nicht mit dem Atlantischen Ozean darf der brackische Charakter dieser vielleicht altmiocänen Ablagerungen in Zusammenhang gebracht werden, sondern er ist auf die Verbindung mit dem Pacifischen Ozean vor Erhebung der Cordilleren zurückzuführen. Daß die Fauna einen teilweise atlantischen Anstrich besitzt, kann nicht überraschen, da in der mittleren Tertiärzeit noch eine breite Verbindung zwischen den beiden Ozeanen bestand, welche erst im jüngsten Tertiär aufgehoben wurde*). Worum es sich handelt, ist der Hinweis auf das völlig Unbegründete der bis nun seltsamerweise von allen Forschern festgehaltenen Annahme, daß im Tertiär das Atlantische Meer über die heutige Amazonasniederung hinweg Hunderte von Meilen tief in das nördliche Südmerika eingegriffen hätte und daß die Schichten von Pebas einfach Bildungen des einstmaligen Amazonasdeltas seien. Ja O. Boettger ging sogar so weit, das Vorschreiten des vermeintlichen Deltas von Pebas abwärts bis zur heutigen Amazonasmündung als einen Maßstab zu betrachten „für die Zeit, welche verflossen sei von der Ablagerung der Pebasformation an bis zur Jetztzeit“ und daraufhin den Schichten ein tiefes oligocänes oder gar eocänes Alter zuzuschreiben (l. c. p. 503). Die Tatsache, daß im ganzen unteren Amazonasgebiete bis jetzt nirgends eine Spur von marinen Tertiärablagerungen gefunden worden ist, widerlegt diese Annahme vollauf, spricht aber beredt für die oben angedeutete Vorstellung, daß unser Gebiet während des Tertiärs Festland war und ursprünglich zum Stillen Ozean hin entwässert wurde.

Dieser westwärts gerichtete Abfluß wurde erst im mittleren Miocän durch die ständig höher ansteigende Cordillerenkette ganz und gar aufgehoben. Die von Osten kommenden Gewässer erfüllten die nun vom Meere abgeschnittenen Terrainsenken und den so entstandenen Seen wurden auch schon von dem in Erhebung begriffenen westlichen Gebirge Wassermassen zugeführt. Die Wässer stiegen, einzelne Seen vereinigten sich und schließlich bedeckte ein einziger gewaltiger meeresgroßer See die ganze Niederung zwischen dem guyanisch-ostamazonischen Festland im Osten und den sich höher und höher reckenden Cordilleren im Westen, sich von Nauta bis zum Madeira und vom mittleren Purús bis zum Rio Negro erstreckend.

So entstand das große flache Becken, welches sich westlich von Serpa auftut.

*) Vergl. G. Steinmanns Beiträge l. c. IV, 1896: Die Tertiärbildungen des nördl. Chile u. ihre Fauna von W. Möricke u. G. Steinmann, sowie IX, 1901: Die Molluskenfauna u. das Alter der Paraná-Stufe von A. Borchert.

Und als dann die jungen Cordilleren sich noch höher erhoben, war das Schicksal des uralten östlichen Festlandes entschieden. Die Wassermassen des Riesensees fingen an sich einen Abfluß nach Osten zu erzwingen und nachdem sie sich einmal die ersten Scharten ausgewühlt hatten, erweiterten sie dieselben bald zu Rinnen, aus deren Vereinigung schließlich die breite Senke hervorging, welche seither das Festland durchschneidet und es in zwei Teile trennt.

Dieses ist der Ursprung des Flußgebietes des heutigen mittleren und unteren Amazonas, welcher somit ein recht junger Riese ist. Der Anschluß des obersten Stromstückes erfolgte wohl noch später und durch das Rückwärtseinschneiden des über die östliche Cordilleren-Stufe zum See von Borja herabstürzenden Wasserfalles wurde die großartige Klamm des Pongo de Manseriche in die Felsen*) eingesägt.

Der Erguß der Gewässer vom Fuße der Cordillere nach Osten bewirkte auf dem abgeebneten guyanisch-ostamazonischen Festlande zunächst ebenfalls Seenbildungen und in diesen ungeheueren Wasserbecken, die breit miteinander verbunden, sich von den Cordilleren bis zum Atlantischen Ozean fast im ununterbrochenen Zusammenhang ausdehnten, wurden die Neogenschichten des unteren Amazonasgebietes abgelagert. Dieselben sind somit etwas jünger als die halbbrackischen Bildungen oberhalb Tabatinga, jedoch gleich alt mit den diese bedeckenden limnischen Schichten. Aus der Art ihrer Ablagerung teils in Seenbecken von wechselnder Tiefe, teils in breiten Verbindungskanälen derselben, teils in zuströmenden Flüssen erklärt sich ungezwungen die Mannigfaltigkeit ihrer petrographischen Beschaffenheit.

Eine auffallende Tatsache ist ihre Armut an Fossilien. Außer Blattabdrücken sind in den neogenen Schichten des unteren Amazonasgebietes bisher keine Versteinerungen gefunden worden, obwohl die Gesteinsbeschaffenheit größtenteils für die Erhaltung derselben günstig ist. Dasselbe gilt in noch viel höherem Maße von den quarternären Ablagerungen und zwar nicht nur am Amazonas, sondern im ganzen nördlichen Brasilien. J. Branner**) hat diese merkwürdige Erscheinung auf zweierlei Art zu erklären versucht: entweder soll der

*) Dieselben werden in einem Berichte als Granit bezeichnet. Der zu Pará verstorbene Apotheker Fritz, — ein Mitglied der peruanischen Kommission, welche im Jahre 1891 den Goldreichtum des oberen Maranhão erforschen sollte und nach furchtbaren Leiden, um sich zu retten, endlich zur Durchfahrt durch den Pongo de Manseriche mittels Flößen sich entschloß, bei welchem Wagestück noch einige Teilnehmer ertranken, so daß kaum die Hälfte glücklich nach Iquitos gelangte —; behauptete jedoch, die Felswände des Pongo seien Basalt und das Gold in diesem Teile der Cordillere sei überhaupt an Basalte gebunden. Eine Goldsandprobe, die ich von Fritz erhielt, bestand fast zur Gänze aus Magnetit-Kristallkörnchen.

**) The Cretaceous and Tertiary Geology of the Sergipe-Alagôas-Basin of Brazil. Transact. Amer. Phil. Soc. Philadelphia, XVI N. S., p. 369.

Niederschlag der Sedimente so rasch und aus mit Schwebegut derart überladenen Gewässern erfolgt sein, daß darin kein organisches Leben gedeihen konnte; oder zweitens sollen die tierischen Reste in den Sedimenten durch sekundäre Auslaugungsvorgänge zerstört worden sein. Beide Erklärungen sind offenbar sehr wenig stichhältig. Gegen die Annahme eines raschen Absatzes der Sedimente spricht deren zumeist tonige Beschaffenheit und falls anderseits erst in den verfestigten Schichten Auflösungen von Gehäusen, Schalen, Panzern etc. von abgestorbenen Tieren erfolgt wären, so hätten doch müssen die Abdrücke derselben (Steinkerne) zurückbleiben.

Plausibler scheint mir eine andere Erklärung zu sein. Ein üppiges, konzentriertes Tier- und Pflanzenleben entwickelt sich gegenwärtig in den Tropen hauptsächlich in Sümpfen, oder in stagnierenden, seichten Gewässern und in Absätzen aus denselben werden daher gewiß auch große Mengen von Tier- und Pflanzenleichen begraben. Rasch strömende und tiefe Wassermassen bieten dagegen nur eine unverhältnismäßig geringere Möglichkeit des Einbettens von Tier- und Pflanzenresten in den Sedimenten, weil während des Transportes die letzteren leicht zerrieben und zermahlen werden. Wo eine durch die feintonige Beschaffenheit der Schichten dokumentierte ruhige Ablagerung aus stagnierenden Wässern stattfinden konnte, finden wir tatsächlich auch im unteren Amazonasgebiete Fossilien (S. 110, 149) und von den mächtigen Ablagerungen, die sich als fast fossilfrei erweisen, können wir um so mehr annehmen, daß sie strömenden Wässern ihren Ursprung verdanken, als ihre wechselnde, zum Teil sehr grob akkumulierte Beschaffenheit schon von selbst dafür spricht.

Während der geschilderten Vorgänge wurde als Begleitfolge der Erhebung der Cordilleren die bis dahin bestandene Verbindung zwischen dem Atlantischen und dem Pacifischen Ozean in der jüngeren Miocänzeit aufgehoben und Süd- und Nordamerika wurden miteinander verbunden. Nun konnte eine lebhaftere Einwanderung von Landtieren vom Norden her erfolgen und so tauchen anscheinend unvermittelt zahlreiche Mastodon-Reste (*Mast. humboldti* Cuv., *Mast. andium* Cuv.) auf, welche am mittleren Amazonas, namentlich im Purúsgebiete, in vortrefflicher Erhaltung in jungmiocänen Schichten eingeschlossen liegen, am unteren Amazonas aber bisher nur auf sekundärer Lagerstätte in quarternären Anschwemmungen gefunden worden sind.

Das gewaltige Ereignis der Erhebung der Anden, welches erst zu Beginn des Diluviums seinen vorläufigen Abschluß fand, blieb übrigens selbst im östlichen Amazonasbereiche nicht ohne unmittelbare Einwirkungen. Die wenn auch schwachen Lagerungsstörungen des Paläogen und Neogen hängen mit der andinen Faltung zusammen und eine Begleiterscheinung dieses grandiosen tektonischen Vorganges war das Sinken

des Meeresspiegels an der atlantischen Küste, durch welches die großartige Abtragung des Neogen, dessen einzelne Relikte (S. Paranaquára, Tafelberge von Almeirim etc., S. 6, 108 ff.) noch heute die Amazonasebene bis um gegen 300 m überragen, überhaupt ermöglicht wurde.

Die Abtragung des Jungtertiär und, wo dieses nicht schützend wirkte, auch älterer Schichten war natürlich immerwährend von Aufschüttungen begleitet; aber gewaltige Sediment-Umlagerungen fanden doch nur in einer Zeit des Stillstandes der Hebung oder einer Senkung des Landes statt, als welche sich durch die große Verbreitung, Mächtigkeit und Gleichmäßigkeit seiner Ablagerungen das jüngere Diluvium erweist.

Erst in der geologisch jüngsten Zeit, dem Alluvium, ist wieder eine Hebung des Landes eingetreten, die noch in der Gegenwart andauert (S. 74). Sie bewirkt die beständige Vertiefung der Amazonasrinne, die Absenkung des Grundwasserspiegels, die Umwandlung von Igapó in Varzea und in Terra firme, die Entstehung von Campos und alle sonstigen Erscheinungen, welche die heutige Oberflächenbeschaffenheit der ausgedehnten Amazonasniederung charakterisieren.

Ein Rückblick auf die vorstehenden kurzen Darlegungen läßt als besonders bezeichnend hervortreten, daß sich die ganze jüngere geologische Geschichte des unteren Amazonasgebietes fast seit dem Perm ab auf dem Festlande abspielt. Daraus muß auf eine sehr kontinuierliche, von gewaltsamen Störungen verschont gebliebene Entwicklung der ortsständigen Flora und Fauna geschlossen werden, welche sich in der Tat in gewissen Einzelheiten offenbart, z. B. darin, daß uralte Formen der Ichthys, wie *Lepidosiren*, sich bis auf die Gegenwart erhalten konnten, aber klarer erst hervortreten wird, bis die organischen Reste der tertiären Ablagerungen genauer bekannt sein werden. Deren Sammeln und Studium ist zur Zeit die wichtigste Aufgabe der geologischen Forschung an den sonnigen Gestaden des majestätischen Flußmeeres: Amazonas.

Paläontologischer Anhang.

Die folgenden Darlegungen beschränken sich auf die Beschreibung der im vorliegenden Buche, beziehungsweise zum Teil schon in früheren Aufsätzen des Verfassers aufgestellten neuen Arten aus dem Carbon und Devon des unteren Amazonasgebietes, sowie auf Bemerkungen über einige sonstige Versteinerungen dieser beiden Schichtensysteme.

A. Arten des obersten Carbon, bezw. Permocarbon.

Zaphrentis sp.

Vergl. S. 163.

Diese, besonders bei Mirititubа am Tapajós häufigen Korallenreste sind leider nur in spezifisch kaum bestimmbaren Bruchstücken gefunden worden.

Einfaches, konisches, anscheinend etwas gekrümmtes Polypar, mit längsgestreifter Epithek, deren erhöhte Streifen auf die Interseptalräume fallen. Im Innern 34 bis 36 kräftige, gleich lange und regelmäfsig angeordnete Septen, die in einem starken Mittelsäulchen zusammenlaufen.

Lonsdaleia rudis White.

Taf. IV auf S. 159, Abb. 10a Korallenstock, 10b Einzelkoralle von oben. — Vergl. S. 163.

Die Art wurde von Herrn Prof. Fr. Frech in Breslau, dem mehrere Exemplare von Miritituba vorlagen, freundlichst bestimmt mit dem Bemerken: „Stimmt vollkommen überein mit im Breslauer Museum befindlichen Exemplaren von Danville und Madison City in Illinois. Ob. Obercarbon."

Erisocrinus lóczyi n. sp.

Taf. IV auf S. 159, Abb. 9a Kelch von der Stielseite, 9b derselbe von der Seite gesehen. — Vergl. S. 163.

Es liegen lediglich flache, ausgebaucht schüsselförmige Dorsalkapseln von Kelchen vor, die jedenfalls zu *Erisocrinus* gehören und in den kieseligen Fossilien-Geschieben von Miritituba und Mangal nicht gar zu selten gefunden werden.

Alle Täfelchen der Kapsel erscheinen fünfeckig. Die 5 kleinen Infrabasalia sind eingebaucht; die grofsen, annähernd gleich hohen wie breiten Basalia und die noch gröfseren, fast doppelt so breiten als hohen Radialia mäfsig aufgewölbt. Ein weiterer Radialkranz wurde nicht beobachtet. Die Täfelchen sind

in rauhe dichte Hornsteinmasse umgewandelt. Der Durchmesser der Kapseln beträgt 25—30 mm, die Höhe 8—11 mm.

Benannt zu Ehren des ausgezeichneten ungarischen Geographen und Chinaforschers Prof. L. v. Lóczy.

Von *Erisocr. typus* Meek u. Worthen, welcher zum Vergleich in Frage käme, unterscheidet sich unsere Art leicht durch die nicht offen schüsselförmige, sondern oben eingezogene, bauchige Form der Kapsel.

Orthotichia poechi n. sp.

Taf. V auf S. 165, Abb. 7a Ventralklappe, 7b dieselbe von der Schloßseite, 7c Seitenansicht in natürlicher Größe; 7d Querschnitt der Schalenrippung in 10facher Vergrößerung. — Vergl. S. 163.

Es liegen blofs zwei Bauchklappen aus den Hornsteinknollen von Mirituba vor, welche dem von Hall und Clarke aufgestellten Genus angehören dürften.

Schale stark abgerundet dreieckig, etwas breiter als lang, am breitesten näher zum Stirnrand als zum Schlofsrand, an letzterem beträchtlich verschmälert. Bauchklappe der Länge und Breite nach gleichmäfsig hoch gewölbt, mit breitem eingewundenem Schnabel. Die ziemlich groben Radialrippen beginnen am Wirbel, verbreiten sich gegen den Stirnrand zu und vermehren sich hier durch Einschaltung neuer, rasch die Stärke der ursprünglichen annehmender Rippen. Die Zwischenräume zwischen den Rippen sind gleich breit und von dem gleichen halbelliptischen Querschnitt wie diese selbst. Im mittleren Teil der Schale entfallen durchschnittlich auf 2 mm 4 Rippen und 3 Zwischenräume, während am Stirnrand die Breite der Rippen etwa $^1/_2$ mm beträgt. Von Zuwachsringen ist nichts wahrzunehmen, an beiden Seitenrändern unterhalb des Wirbels jedoch Andeutungen von konzentrischen Falten.

Die Mafse der beiden Bauchklappen sind:

	Taf. V, Abb. 7		
Länge vom Wirbelscheitel bis zum Stirnrand .	38 mm	37 mm	
Breite des Schlofsrandes	23 „	22 „	(beiläufig)
Gröfste Breite	43 „	44 „	
Dicke	21 „	20 „	„

Die Art schliefst sich an *Orthotichia morganiana* Derby sp. (L. 13, p. 29, Pl. III u. IV) an, unterscheidet sich von ihr jedoch leicht durch die weniger runde, gegen den Wirbel viel mehr verschmälerte Form, durch das Fehlen jeder Spur eines Sinus in der Ventralklappe, und durch die bedeutend gröbere Berippung der Schale, welche bei *Orth. morganiana* sehr zart ist, so dafs im Mittel auf 1 mm 6 Rippen und 5 Zwischenräume entfallen, wobei die Breite der letzteren kaum ein Drittel jener der flach gewölbten Rippen beträgt. (Vergl. Taf. V auf S. 165, Abb. 6.)

Benannt zu Ehren des hochverdienten Chefs des Montanwesens und des geologischen Landesdienstes in Bosnien und der Hercegovina, Herrn Oberbergrates Franz Poech.

Productus amazonicus n. sp.

Taf. VII auf S. 179, Abb. 1a Ventralansicht, 1b Seitenansicht eines Schalenexemplares vom linken Tapajósufer unterhalb Mangal; 1c Dorsal- und 1d Schloßansicht eines Schalenexemplares vom Bom Jardim; 1e Schalenstück mit dünnen hohlen Stacheln, wenig vergrößert; 1f Schalenstückchen 3mal vergrößert. — Vergl. S. 160, 164.

Eine grofse schöne Art aus der Verwandtschaft des *Prod. cora* d'Orb.

Schale immer breiter als lang, wobei der Schlofsrand der gröfsten Breite entspricht. Äufserstes Verhältnis der Breite zur Länge wie 3:2. Allgemeine

Form breit halboval bis abgerundet viereckig, mit den Gesamtumrifs wenig überragenden abgerundeten Flügeln.

Die Bauchklappe ist bei annähernd in der Mitte zwischen Schlofs- und Stirnrand gröfster Höhe im Ganzen flach gewölbt, die Wölbung sowohl in der Längs-, als in der Breitenrichtung gleichmäfsig halbelliptisch, der Abfall gegen die Seitenränder ziemlich steil. Der Wirbel ist eingerollt, über den Schlofsrand hervorragend. Der unterhalb des Wirbels beginnende Sinus ist breit und wenig tief. Durch ungleiches Wachstum nimmt die Bauchklappe zuweilen unvermittelt staffelartig an Gröfse zu (Taf. VII, Abb. 1a, b). Die Schalenoberfläche wird von schmalen abgerundeten radiären Rippen bedeckt, die vom Wirbel gegen den Stirnrand an Breite zunehmen und sich zugleich gegen den Stirnrand durch einzelne Einschaltungen vermehren. Die konzentrischen Anwachsstreifen sind am Wirbel und am Stirnrand meist schwächer entwickelt als in der mittleren Partie der Schale. Sie stehen nicht besonders dicht und treten in der Wirbelpartie des Schlofsrandes am meisten hervor. Sowohl die Rippen, als die Anwachsringe sind schwächer als bei *Prod. semireticulatus*, aber beträchtlich stärker als bei *Prod. cora* von denselben Fundorten.

Die Rückenklappe ist im Ganzen stark eingetieft, jedoch am Schlofsrand bedeutend weniger als am Stirnrand, in der Mitte gewöhnlich mit einem ganz schwach angedeuteten, dem Sinus der Bauchklappe entsprechenden sehr flachen breiten Wulst versehen. Die radiären Rippen sowohl, als die konzentrischen Anwachsstreifen sind auf ihr in der Regel viel mehr ausgeprägt als auf der Ventralklappe und besonders die Zuwachsringe treten gegen den Schlofsrand und auf den Flügeln sehr kräftig hervor.

Beide Klappen sind bedeckt mit langen dünnen Stachelröhren, die in der Wirbelpartie vereinzelt, gegen die Ränder zu aber dicht gedrängt stehen. Ihre Stärke entspricht etwa der Hälfte, oder einem Drittel der Rippenbreite. (Taf. VII, Abb. 1e, f.) Ihre Verteilung auf den Rippen ist eine ziemlich unregelmäfsige. Gewöhnlich sind sie abgebrochen und finden sich reichlich in dem die Versteinerungen unmittelbar einhüllenden Gestein.

Das Innere der Schalen ist zuweilen gut erhalten. Die tiefen Muskeleindrücke sind mäfsig grofs; die kräftige Mittelleiste erreicht zwei Drittel der Schalenlänge; die Armspiralen greifen gegen den Stirnrand weit aus.

Die Mafse einiger Exemplare sind:

	Taf. VII, Abb. 1a, b	Abb. 1c, d	Extrem langes Exemplar
Länge vom Wirbelscheitel bis zum Stirnrand	55 mm	52 mm	56 mm
Breite am Schlofsrand	79 „	71 „	64 „
Breite in der Mitte gemessen	72 „	65 „	56 „
Dicke der Bauchklappe	20 „	19 „	22 „
Gröfste Eintiefung der Rückenklappe . .	14 „	10 „	12 „

Die Art ist durch ihre Gröfse, die flache konkav-konvexe Gestalt, durch die Art der Berippung und die Stachelröhren auf beiden Klappen der Schale gut charakterisiert und von allen anderen amazonischen Arten leicht zu unterscheiden.

Vorkommen: Häufig in den Kieselgesteinen des obersten Carbon am Bom Jardim-Bache, bei Itaituba, Miritituba, Mangal u. a. im Tapajós-Gebiete. — Wahrscheinlich gehört zu dieser Art auch die von Derby (L. 13, Taf. IV, Fig. 8) als *Prod. semireticulatus* abgebildete Bauchklappe.

Productus lineatus Waagen.

Taf. VII auf S. 179, Abb. 2a Ventralansicht, 2b Seitenansicht. — Vergl. S. 186, sowie 164 und 171.

Es sind dermalen nur Bauchklappen bekannt.

Das abgebildete Exemplar mit schmalem, flachem, in der Wirbelgegend ausgeprägtestem Sinus stammt aus den dunkeln Kalken auf der Ostseite der Serra Itauajurý. Es gleicht bis auf die Dimensionen und die etwas breiteren Flügel vollkommen dem von Waagen (Salt-Range Fossils, Pl. LXVI, Fig. 1) aus dem mittleren Productus-Kalk von Musakheyl abgebildeten sehr breiten Stück.

Die Mafse der Itauajurý-Art sind:

Länge vom Wirbelscheitel bis zum Stirnrand . . .	39	mm
Breite des Schlofsrandes	31	„
Dicke	26	„ ;

die Mafse des erwähnten Waagenschen Originals in derselben Reihenfolge 76, 67 und 53 mm. Die konzentrischen Ringe in der mittleren Partie der Klappe sind lediglich eine Fossilisationserscheinung, die sich namentlich bei verkieselten Schalen der verschiedensten Arten häufig vorfindet.

Prod. lineatus gehört zu den im Amazonasgebiete verbreitetsten, wenngleich nirgends häufigen Productiden.

Spirifer piracanensis n. sp.

Taf. IV auf S. 159, Abb. 4a Ventralklappe, 4b Reliefumriß derselben, 4c Querschnitt der Sattelpartie vergrößert. Durch die Reproduktion haben die schmalen Rippen beiderseits des Mittelwulstes an Schärfe eingebüßt. 4d Ventralklappe von vorne mit Area und Deltidium. — Vergl. S. 160, 164.

Es liegen nur Ventralklappen aus den Hornsteinknollen vom Piracanan-Bache nördlich von Itaituba vor.

Der allgemeine Umrifs ist oval, da die Schale nur wenig länger als breit und gleichmäfsig fast halbkugelig aufgewölbt ist. Der Schlofsrand ist ziemlich beträchtlich kürzer als die gröfste Breite der Klappe und kommt unter dem breiten übergebogenen Wirbel fast im zweiten Drittel der Länge, vom Vorderrand zum Wirbelscheitel gemessen, zu liegen. Die Area ist breit, eingebaucht, mit schmaler, vom Wirbelschnabel fast verdeckter Deltidiallücke, vertikal gerieft. (Taf. IV, Abb. 4d.)

Höchst charakteristisch ist die Berippung. Vom Wirbelscheitel zum Stirnrand zieht ein, annähernd ein Drittel der Klappenbreite einnehmender, wenig tiefer Sinus. In der Mitte desselben erhebt sich ein flacher Wulst von beiläufig doppelter Rippenbreite, welcher beiderseits von je zwei schmalen Rippen flankiert wird, worauf bis zum Schlofsrand auf jeder Seite noch 10—11 breitere Rippen folgen. Diese Seitenrippen sind stärker gewölbt als der Mittelwulst, die flach rinnenförmigen Zwischenräume zwischen ihnen besitzen etwa die halbe Rippenbreite. Die, vom Mittelwulst gezählt, beiderseits vierte Rinne ist die tiefste. Konzentrische schuppige Zuwachsstreifen sind in der Stirnrandpartie am ausgeprägtesten, sonst wenig deutlich. Der Steinkern zeigt kräftige Eindrücke der Zahnplatten.

Mafse des abgebildeten Exemplares:

Länge vom Wirbelscheitel zum Stirnrand	37	mm
Gröfste Breite	35	„
Breite des Schlofsrandes	28	„
Höhe der Area	5	„
Dicke der Bauchklappe	17	„

Die Art gehört zweifelsohne in die nächste Verwandtschaft des *Spir. waageni* Tschern. *) aus der Artinskischen Stufe am Bijas-Flusse im Süd-Ural, von welcher sie sich jedoch durch den weit mehr eingekrümmten Schnabel, die schmale Deltidialöffnung, durch die Beschaffenheit und Anordnung der Rippen im breiten Sinus, sowie durch den Mangel einer netzartigen Schalenskulptur unterscheidet.

Spiriferina transversa Mc Chesney sp.

Taf. IV auf S. 159, Abb. 2a Ventralklappe, 2b Sinus vergrößert, 2c Querschnitt desselben; Taf. V auf S. 165, Abb. 3 von der Schloßseite. — Vergl. S. 164, 180.

Der tiefe Sinus einer Bauchklappe wurde in doppelter Vergröfserung besonders abgebildet, um die für die Art charakteristische Mittelrippe an seinem Grunde besser ersichtlich zu machen. Diese Leiste ist an allen Exemplaren von Miritituba, Itaituba und Bom Jardim sehr scharf ausgeprägt.

Seminula argentea Shepard sp.

Manche Exemplare dieser Art besitzen in der Frontalpartie der Rückenklappe einen hohen Wulst und in der Bauchklappe einen entsprechend tiefen Sinus, die über die Umrifslinie des Stirnrandes beträchtlich hinausragen. Derby (L. 13, Pl. I, Fig. 7) hat ein solches Exemplar abgebildet, welches Waagen (Pal. Indica, Ser. XIII, 1, 1883, p. 452) mit ähnlichen Muscheln des indischen Productus-Kalkes identifiziert und *Spirigerella derbyi* benannt hat. Dasselbe stellt jedoch offenbar nur eine extreme, mit der typischen durch zahlreiche Übergänge verknüpfte Form der *Sem. argentea (Athyris subtilita)* vor, wie solche namentlich bei Miritituba und Mangal am Tapajós häufig vorkommen. Da auch in der Gestalt und Situierung des Foramen gegenüber dem Typus der Art kein Unterschied besteht, können derartige Formen wohl nur als Varietät, nicht aber als einer anderen Gattung angehörig angesehen werden.

Allorisma subcuneata Meek u. Hayden.

In den Hornsteinbänken der Carbonschichten am Bom Jardim-Bache kommen Zweischaler vor, die in allen Eigenschaften vollständig mit dieser Art übereinstimmen, nur dafs sie bedeutend gröfser sind als die nordamerikanischen Exemplare. Von diesen gibt Hayden (Fin. Rep. of the U. St. G. S. of Nebraska, 1871, p. 222, Pl. II, Fig. 10) als äufserste Gröfsenmafse (umgerechnet auf cm) an:

Länge: 11.15 cm, Höhe 4.45 cm, Dicke einer Klappe 1.98 cm. — Unser auf Taf. VIII, S. 185 abgebildetes Exemplar weist dagegen die folgenden Mafse auf: Länge 15 cm, Höhe 6 cm und Dicke 2.3 cm.

Orthoceras cf. **cribrosum** Geinitz.

In einem körnigen Hornsteingeschiebe vom Piracanan wurde ein mangelhaft erhaltenes, zerprefstes, 3.6 cm langes und 6 mm am oberen, 4.5 mm am unteren Ende breites Bruchstück eines *Orthoceras* mit sehr gedrängten Kammerscheidewänden gefunden, welches aus dem zähen Gestein leider nicht herauszupräparieren war. Auch konnte durch Anschleifen Vorhandensein und Lage des Siphos nicht nachgewiesen werden. Eine Partie der Oberfläche erschien in ähnlicher Weise porös, wie es Geinitz (Carbon u. Dyas in Nebraska, 1866, p. 4, Taf. I, Fig. 5)

---

*) Th. Tschernischew: Allgem. geolog. Karte von Rußland. Bl. 139. Beschreib. des Central-Urals u. des Westabhanges. Mém. du Com. géolog. III, Nr. 4, St. Petersburg 1889, p. 272, bezw. 368, Taf. V, Fig. 2.

von seinem *O. cribrosum* angibt. Da es möglich ist, dafs diese Punktierung nur eine zufällige, mit der Silifizierung der Schale zusammenhängende Erscheinung ist, kann das Stück vom Piracanan nur mit Vorbehalt zu der Geinitzschen Art gestellt werden.

Griffithides (Phillipsia) tapajotensis n. sp.

Taf. IV auf S. 159, Abb. 8a Schwanzschild, 8b dasselbe 3mal vergrößert, 8c Querschnitt desselben. — Vergl. S. 167.

Es liegen einige fast vollständige Pygidien, sowie sehr mangelhafte Bruchstücke von Kopfschildern aus den Hornsteinen vom Bom Jardim-Bache vor. Das abgebildete vollständigste Schwanzschild läfst 16 Axensegmente deutlich erkennen, und kann das ganze Pygidium nicht unter 18 Ringen besessen haben.

Der Umrifs der Pygidien ist gestreckt halbelliptisch mit annähernd gleicher Breite und Länge (9 mm). Der Rand wird von einem Saum umgeben, der fast die halbe Breite der Seitenloben besitzt und von diesen flach nach aufsen abfällt. Die mit den Seitenlappen ziemlich gleich breite Axe besitzt fast halbkreisförmigen Querschnitt, ist nach hinten stark verschmälert und endet am Randsaum plötzlich. Die durch tiefe Furchen voneinander geschiedenen Ringe der Spindel sind am Übergang in die Seitenlappen mit grofsen zitzenförmigen Höckern verziert, sonst glatt.

An den Seitenlappen zählt man bis 15 Segmente, von welchen die hintersten, kürzesten nur undeutlich entwickelt sind. Alle sind gleichmäfsig stark gewölbt und fallen zum Randsaum ziemlich allmählich ab. Die Schale ist auch hier glatt, oder nur kaum wahrnehmbar in zarten Längsreihen granuliert.

Aus den spärlichen Fragmenten von Kopfschildern sind weder die Form noch die sonstigen Eigenschaften des Cephalothorax hinlänglich erkennbar. Da indessen die Glabella hochgewölbt und an der Basis schmal ist, dürfte die Zugehörigkeit der Art zu *Griffithides* angenommen werden dürfen.

Die Art ist in der Form, Verzierung und Schalenbeschaffenheit des Schwanzschildes von allen, mir bekannten *Phillipsia-* und *Griffithides*-Arten verschieden, von *Phill. major* Shum., welche ebenfalls vom Tapajós angeführt wird, insbesondere durch die Höcker an den Rändern der Spindelaxe und den rund um das Pygidium fast gleich breiten Saum.

Phillipsia sp.

In den Hornsteinen des Bom Jardim-Baches und von Mangal kommen mit Höckerchen und Knoten verzierte Pygidien vor, die grofse Ähnlichkeit mit *Phill. kansuensis* Lóczy*) besitzen. Mangels an zureichendem Material mufste eine nähere Untersuchung unterbleiben.

B. Devonische Arten.

Pleurodictyum amazonicum Katzer.

Taf. IX auf S. 193, Abb. 1a Steinkern, Inneres der Oberseite, die Ausfüllung der Zellen und den gewundenen Mittelkörper zeigend; 1b Rekonstruierte Oberseite des Korallenstockes von der Seite gesehen, etwas vergrößert; 1c Form einer Zelle 4mal vergrößert; 1d Anordnung der Zellen um den gewundenen Mittelkörper. — Vergl. S. 193.

Korallenstock von ovalem Umrifs mit ziemlich stark gewölbter Oberseite, zusammengesetzt aus fünf- bis sechsseitigen, umgekehrt pyramidenförmigen Zellen,

---

*) Wissensch. Ergeb. der Reise d. Grf. Széchenyi in Ostasien. III. Bd., 1898, p. 42, Taf. 1, Fig. 1- 5.

die nur durch spärliche Verbindungsporen miteinander kommunizieren und sich um einen schraubenförmig gewundenen wurmartigen Mittelkörper gruppieren, welcher stets eine vollkommen glatte, oft wie polierte Oberfläche besitzt und sich zuweilen an einem Ende trompetenförmig erweitert. Die Zellen sind alle ziemlich gleich grofs. Böden fehlen. Die kalkige Substanz des Korallenstockes ist entweder vollständig verschwunden, oder wird durch Limonit ersetzt. Die Unterseite des Stockes ist nicht bekannt. Die mittleren Mafse sind 3—4 cm im gröfseren, 2.5—3 cm im kleineren Durchmesser und ca. 1.5 cm in der Höhe.

Durch die Form des Stockes und die Beschaffenheit der einzelnen Zellen unterscheidet sich *Pl. amazonicum* von allen bekannten *Pleurodictyum*-Arten, von dem zunächst in Betracht kommenden *Pl. americanum* F. Röm. insbesondere durch die flacher gewölbte Oberseite, die gleich grofsen Zellen und den Mangel an Böden; von *Pl. problematicum* Goldf., mit welchem die Verwandtschaft am gröfsten ist, durch die höhere Wölbung der Oberseite, die gleich grofsen Zellen und die Spärlichkeit der Verbindungsporen zwischen denselben.

Vorkommen: nicht selten im Spiriferensandstein des Rio Maecurú. (L. 54 und 56.)

Chaetetes carvalhoanus Katzer.

Taf. IX auf S. 193. Abb. 2a buschiger, 2b rasenförmiger Korallenstock mit unregelmäßig welliger Oberfläche, ersterer mit dünnen, letzterer mit starken Röhrenzellen, 2c Bruchstück eines breitästigen, aus sehr dünnen Zellen zusammengesetzten Stockes. 2d Längsschnitt durch die gegen die Oberfläche umgebogenen Röhrenzellen mit den sehr ausgeprägten Böden, 12mal vergrößert. 2e Querschnitt durch eine Anzahl der prismatischen Röhrenzellen in 12facher Vergrößerung. — Vergl. S. 192.

Korallenstock breitästig, buschig, oder rasenförmig massig, zusammengesetzt aus untrennbar verwachsenen, langen, polygonal prismatischen, ungleichen Zellen mit kompakten, nicht porösen Wänden. Die Zellen sind haardünn bis etwa 1 mm stark, nach aufsen oft umgebogen, an der Oberfläche mit ungleich grofsen polygonalen Kelchen ausmündend, mit sehr ausgeprägten, den Zellenwänden an Stärke gleichkommenden, in Abständen, welche den Durchmesser der Röhrenzellen gewöhnlich nur wenig übertreffen, auf den Längsaxen der Zellen senkrecht stehenden Böden, ohne Spur von Sternlamellen. Die Vermehrung findet durch Spaltung statt.

Die Zugehörigkeit der Koralle zur Gattung *Chaetetes* kann hiernach nicht zweifelhaft sein. Die Vereinigung verschieden gestalteter Stöcke in einer Art beruht auf der vollkommenen Übereinstimmung aller Eigenschaften der nur in der Gröfse variierenden Röhrenzellen, aus welchen die Korallenstöcke zusammengesetzt sind.

Vorkommen: im Spiriferensandstein des Rio Maecurú. (L. 54 und 56.)

Rhombopora ambigua Katzer.

(L. 54 und L. 56: *Bifrons ambigua* m.)

Taf. IX auf S. 193, Abb. 3a isolierter verzweigter Stock; 3b Stück des Spiriferensandsteines vom Rio Maecurú durchsetzt von mehreren verzweigten Stöcken; 3c Ansatzstelle eines an der Basis gegabelten Stockes am Gestein im Längsbruch, 10mal vergrößert; 3d Längsschnitt des stumpfen Endes eines Ästchens des Stockes, die spärlichen Querböden der prismatischen Zellen zeigend, 10mal vergrößert; 3e innerer Abguß der Oberfläche eines Zweigstückes in 12facher Vergrößerung; 3f Oberfläche einer wohlerhaltenen Partie eines Ästchens 10mal vergrößert; 3g Bruchstück einer konisch verdickten Stockpartie; 3k Querschnitt derselben 3mal vergrößert; 3h Querschnitt durch ein Zweigchen eines normalen Stockes 10mal vergrößert; 3l Dünnschliff eines ebensolchen Querschnittes, die Anordnung der ungleichen polygonalen Zellen zeigend, in 80facher Vergrößerung. — Vergl. S. 192.

Stock ästig verzweigt, Zweige walzenförmig, stumpf endend, im Mittel 1.5—3 mm dick, selten umgekehrt kegelförmig bis zu etwa 6 mm Durchmesser

anschwellend, bestehend aus gedrängten, fest verwachsenen, ungleich polygonalen, langen, durch spärliche Querböden abgeteilten, haardünnen bis mikroskopisch feinen Zellenröhren, welche gegen die Oberfläche verdickt sind und mit rhombischen, in alternierenden Reihen angeordneten einfachen Poren ausmünden.

Dieses seltsame Bryozoum schliefst sich durch die Form und Anordnung der innig verwachsenen, mit Querböden versehenen, langprismatischen Röhrenzellen an die Chaetetiden an und erinnert äufserlich namentlich an *Chaetetes tumidus* Phil. sp. aus dem Subcarbon von Yorkshire. Die Verdickung der Zellen an ihrer rhombenförmigen Ausmündung und die dadurch bedingte Beschaffenheit der Oberfläche begründet jedoch die Abtrennung von *Chaetetes* und bot ursprünglich Anlafs zur Aufstellung einer neuen Korallengattung. Da jedoch das wesentliche Unterscheidungsmerkmal von *Rhombopora* nur in der unregelmäfsig polygonal prismatischen Form der Zellen (bei dem vorliegenden Fossil), gegenüber der zylindrischen (bei Rhombopora) besteht, dürfte die Zuweisung der Reste zu *Rhombopora* immerhin zulässig erscheinen.

Sehr häufig im Spiriferensandstein des Rio Maecurú.

Strophomena hoeferi Katzer.

Taf. XI auf S. 197, Abb. 5a Steinkern der Bauchklappe einer langen Form; 5b Seitenansicht derselben; 5c Steinkern der Bauchklappe einer extrem breiten Form, 5d derselbe von der Schloßseite. — Vergl. S. 194.

Es liegen nur Abdrücke der Bauchklappe mit teilweise anhaftender limonitiserter Schale vor.

Umrifs variabel, gewöhnlich stark überhöht halbkreisförmig, fast ebenso lang als breit, mit gröfster Breite am Schlofsrand, jedoch auch mehr elliptisch, bis nur etwa halb so lang als breit, mit gröfster Breite etwas unterhalb des Schlofsrandes. Die extremen Formen sind durch zahlreiche Übergänge verbunden. Bei allen ist die Bauchklappe hoch gewölbt, von der Mitte rasch zum Stirnrand und zu den Seitenrändern abfallend. Die radiale Streifung der Schale zeigt alternierend stärkere und schwächere Rippen und zwar so, dafs zwischen 2 starken, je 2—4 feine, gedrängt stehende Rippen liegen. Ohne konzentrische Anwachsstreifen. Am Steinkern zwischen den Muskelabgüssen der Eindruck des starken Medianseptums.

Die Mafse der abgebildeten extremen Formen sind:

	Taf. XI, Abb. 5a, b	Abb. 5c, d
Länge	29 mm	19 mm
Breite am Schlofsrand	32 „	26 „
Gröfste Breite der Schale zwischen Schlofs- und Stirnrand	31 „	29 „
Dicke der Bauchklappe	8 „	8 „

Die Muschel ist die einzige im Spiriferensandstein des Maecurú gefundene *Strophomena*-Art, für welche die veränderliche Form und hohe Wölbung der Bauchklappe, sowie die Art der radialen Streifung der Schale charakteristisch ist. (Vergl. L. 54 und 56.)

Tropidoleptus carinatus Conrad sp.

Taf. X auf S. 195, Abb. 6a Ventralklappe von Ereré, 6b Profil derselben; 7a Bauchklappe vom Maecurú, 7b Profil derselben. — Vergl. S. 194, 202 und 210.

Die Exemplare dieser Art aus dem Spiriferensandstein des Rio Maecurú sind von jenen aus dem Sandstein von Ereré konstant verschieden. Die

letzteren stimmen mit den mäfsig breiteren als langen Formen aus Schichten der Hamilton-Gruppe Nordamerikas überein, nur dafs die Furchen zwischen den Rippen, aufser bei dem stärkeren und höheren Mittelkiel gegen den Stirnrand und die Seitenränder abzuflachen pflegen, oder dieselben überhaupt nicht erreichen, und dafs die Zuwachsringe weniger ausgeprägt zu sein pflegen. (Taf. X, Abb. 6.) Die Anzahl der Rippen beiderseits des Mediankieles der Bauchklappe, beziehungsweise der breiteren Mittelfurche der Rückenklappe beträgt meistens je 12.

Die Exemplare vom Maecurú sind stets ansehnlich breiter als lang, mit in die Spitze ausgezogenen Flügeln und grösster Breite am Schlofsrand. (Taf. X, Abb. 7.) Die Rippenanzahl beträgt 8 bis 10 beiderseits des Mediankieles, welcher höher und doppelt so breit ist wie die Seitenrippen, die aber auch weit kräftiger ausgeprägt sind als bei den Ereré-Formen. Der Habitusunterschied zwischen diesen und den Stücken vom Maecurú ist so bedeutend, dafs man die letzteren als eine differente Art abtrennen könnte. Ihre Unterscheidung als besondere Varietät: *maecuruensis* ist daher begründet.

Die rheinischen Exemplare der Art wurden von F. Frech (Lethaea 2. Bd., p. 143, Taf. 23a) als *Trop. rhenanus* von den nordamerikanischen getrennt und dahin charakterisiert, dafs sie mehr Rippen (26—28), und keine Spur eines medianen Kieles besitzen. Von anderen Autoren, insbesondere Drevermann (Fauna der Untercoblenzschichten von Oberstadtfeld. Palaeontogr. XLIX, 1902, p. 99), wird der allgemeinen Giltigkeit dieser Charaktere widersprochen und die rheinische Form ebenfalls nur als Varietät gelten gelassen. Die von Drevermann (l. c. Taf. XII, Fig. 11, 12) abgebildeten Exemplare von Oberstadtfeld stimmen mit den Maecurú-Formen nahe überein, nur sind die letzteren breiter und höher gewölbt, namentlich auch der Wirbel stärker eingewunden.

Chonetes freitasi Rathbun.

Taf. XII auf S. 201, Abb. 3a Beschalte Ventralklappe einer relativ hohen Form, 3b Steinkern einer breiten Bauchklappe, 3c Profilumriß derselben. — Vergl. S. 194, 202, 211.

Diese Art gehört ebenso wie die meisten der von Rathbun (L. 32) beschriebenen Brachiopoden zu jenen, die bis nun niemals abgebildet wurden. Eine Identificierung ist daher nicht leicht. Rathbuns Beschreibung (l. c. p. 18—20) seines *Chon. freitasi* pafst im allgemeinen auf die im Spiriferensandstein des Maecurú sehr häufige Chonetesart mit stark aufgewölbter Ventralklappe, von welcher wir zwei extreme Formen abbilden; nur sind die Dimensionen der Schalen von jenen, die Rathbun angibt, insofern ziemlich verschieden, als Rathbun anscheinend nur kleine und flache Exemplare besafs. Die Mafse sind vergleichsweise:

	bei einigen von unseren Exemplaren in mm				Rathbun gibt an in mm			
Breite am Schlofsrand . . .	16	22	29.5	38				
Gröfste Breite der Bauchklappe	16	25	31	38	13	14	18	29
Länge der Bauchklappe . .	12	17	21	22	11	11.5	13	20
Dicke „ „ . .	5	7	8	8	2.25	4	3.5	4.5

Charakteristisch für die Art ist die grobe radiale Rippung. Im mittleren Teil der Schale kommen auf 5 mm durchschnittlich 6 – 8, oder auf eine mittelgrofse Bauchklappe im ganzen ca. 40 abgerundete und von ebenso breiten Rinnen, als sie selbst sind, getrennte Rippen. Hiermit stimmen die Angaben Rathbuns allerdings nicht mehr recht überein.

Spirifer buarquianus Rathbun.

Taf. X auf S. 195, Abb. 1a Dorsalansicht einer langen Form: var. *contracta* Katzer. Umriß richtig, rechter Flügel verzeichnet, soll nur 12 Rippen haben. 1b Dorsalansicht einer mittleren Form, 1c Steinkern der Bauchklappe einer ebensolchen normalen Form: *A* sichtbarer Teil der Kardinalarea; *dd* Eindrücke der Zahnplatten; *m* Muskelabdrücke. 1d Ventralklappe einer breiten Form: var. *alata* Katzer. 1e Rückenklappe einer breiten Form vom Schloßrande aus, um das Querprofil des hohen Wulstes und dessen unvermittelte Erhebung über die flach gewölbten Flügel zu zeigen. 1f Seitenansicht eines normalen Schalenexemplares. 1g Geöffnetes Exemplar von der Bauchseite gesehen, mit ausgezeichnet erhaltenem, in Stilpnosiderit umgewandeltem spiralgewundenem Armgerüst. Die Spiralkegel haften mittels der starken Crura am Schloßrand der Rückenklappe, bei welcher der Sattelumriß durch falsche Abätzung am Bilde leider unrichtig eingekerbt erscheint. 1h Steinkern einer Bauchklappe, die große Area, das Pseudodeltidium und die starken Eindrücke der Zahnplatten zeigend. — Vergl. S. 194. (L. 54 und 56.)

Rathbun gibt (L. 32, p. 28) die Beschreibung eines grofsen, langflügeligen Spirifer, welcher offenbar mit der von uns abgebildeten Art identisch ist. Dieselbe — das wahre Leitfossil des Spiriferensandsteines am Maecurú — ist von sehr veränderlicher Gestalt und die extremen Formen sind in ihrer Gesamterscheinung so verschieden, dafs man sie für besondere Arten halten könnte, wenn sie nicht durch eine ganze Reihe von Uebergängen miteinander verknüpft wären. Immerhin können sie als Varietäten unterschieden werden.

Die grofse schöne Art ist lang geflügelt mit gröfster Breite am geraden Schlofsrand und mit nur wenig geschwungenen Stirnkanten. Sie ist der Länge und Breite nach mäfsig gewölbt und besitzt einen schmalen hohen Wulst auf der Rücken- und einen entsprechend tiefen Sinus in der Bauchklappe. Der kielförmige Wulst ist so breit wie 2, höchstens 3 der benachbarten Seitenfalten, seine Höhe kommt annähernd der Dicke der Rückenklappe gleich. Er erhebt sich über den Breitenumrifs der Schale scharf dachförmig, hat jedoch keinen kantigen, sondern einen abgerundeten Rücken, welcher in der Wirbelnähe zuweilen am Scheitel eine flache Rinne erkennen läfst, die sich gegen den Stirnrand zu verliert. Der tiefe Sinus der Bauchklappe ist gewöhnlich eine Spur breiter als der Wulst und zeigt auf seinem Boden eine mehr weniger deutliche schmale flache Rippe. Der Ventralschnabel ragt bedeutend über die Schlofslinie empor und ist nur schwach eingekrümmt. Die Area der Bauchklappe ist sehr hoch, bei guter Erhaltung zart horizontal gerieft; dasselbe gilt von der niedrigen Area der Rückenklappe.

Bei der extrem langen Varietät: *contracta* ist das äufserste Verhältnis der vom Wirbel zum Stirnrand gerade gemessenen Länge höchstens wie $1:2^1/_2$ und die Anzahl der hochgewölbten, durch mäfsig breite Furchen getrennten Seitenfalten beträgt 9 bis höchstens 12 jederseits des Wulstes oder Sinus.

Bei der extrem breiten Varietät: *alata* ist das Verhältnis der Länge zur Breite bis 1 : 5 und die Rippenanzahl beträgt mindestens 16. In der Nähe des Stirnrandes pflegen bei dieser breiten Abart deutliche Anwachsstreifen ausgeprägt zu sein.

Die Mafse einiger grofser Ventralklappen der Art sind in mm:

	var. *contracta*			mittlere Exemplare			var. *alata*		
Gröfste Breite (am Schlofsrand)	62	76	83	60	70	84	65	86	100
Länge gerade gemessen . . .	28	32	37	23	25	30	16	23	22
Dicke	8	8	9	9	9	10	9	9	10

Rathbun gibt als durchschnittliche Mafse seiner Exemplare an: Breite 64 mm oder etwas mehr, Länge beiläufig 25 mm, was mit den Dimensionen unserer mittleren normalen Exemplare übereinstimmt.

Spir. buarquianus steht den langflügeligen Spiriferen des Harzer Devon nahe, namentlich dem *Sp. dunensis* Kayser*), welcher jedoch einen viel breiteren und am Rücken schneidig scharfen Sattel besitzt, sowie ferner dem *Sp. hercyniae* Giebel und wie Clarke (L. 45, p. 154) mit Recht bemerkt, auch dem *Sp. decheni* Kayser. Alle diese Arten gehören dem unteren, zum Teil dem untersten Devon an.

Spirifer pedroanus Hartt und Rathbun.

Taf. X auf S. 195, Abb. 2a Rückenklappe, 2b Bauchklappe eines anderen Exemplares, 2c Profilumriß des letzteren. — Vergl. S. 202, 211.

Die Beschreibung, welche Rathbun (L. 11, p. 237 und L. 32, p. 27) von der Art gibt, ist im ganzen zutreffend, jedoch ist die Rippenzahl jederseits des Wulstes oder Sinus nicht auf 10—16 beschränkt, sondern sehr häufig erreicht die Anzahl der Flügelrippen 20 (Abb. 2a) und in einem Falle wurden 23 Rippen gezählt.

Rathbun führt (l. c. p. 239, bezw. 28) eine Form, die sich von *Spir. pedroanus* durch sehr lange Dentalplatten und die fast glatte Oberfläche unterscheiden soll, als *Spirifer elizae* an. Diese Charaktere sind aber nicht ständig, sondern unter den zahlreichen Stücken des *Spir. pedroanus*, welcher nebst *Orthothetes agassizi* H. u. R. das häufigste Fossil bei Ereré ist, fanden sich alle Übergänge zu Formen mit diesen angeblichen Unterscheidungsmerkmalen, weshalb wir die „Art“ eingezogen haben und einen *Spir. elizae* unter den Ereréversteinerungen nicht nennen.

Spirifer coelhoanus Katzer.

Taf. X auf S. 195, Abb. 4a Bauchklappe, 4b die sehr hohe Area. — Vergl. S. 194.

Von dieser im Spiriferensandstein des Rio Maecurú anscheinend häufigen Art — aus einem Block wurden 3 Exemplare gewonnen — liegen nur Bauchklappen vor.

Die Gestalt ist bogenseitig dreieckig mit über den Schlofsrand stark aufragendem Wirbel, höchstens $2^1/_2$ mal so breit als lang, wobei die gröfste Breite dem Schlofsrand entspricht. Die Wölbung in der Längsrichtung ist in der Wirbelgegend am stärksten, gegen den Stirnrand regelmäfsig abnehmend, die Krümmung in der Breite vom Sinus gegen die Seitenränder mehr dachförmig abfallend. Der Sinus ist von tief halbelliptischem Querschnitt, mehr als halb so tief wie breit; seine Breite entspricht jener von drei der ihm benachbarten Flügelrippen. Diese, 6—7 an Zahl, sind einfach, scharf ausgeprägt, abgerundet dachförmig, durch ebensolche, gleich breite Furchen voneinander getrennt. Die Area ist sehr hoch und eben, das Deltidium relativ schmal. Die Mafse des gröfsten (abgebildeten) und des kleinsten Exemplares sind:

Länge	18 mm	13 mm
Gröfste Breite, zugleich Breite des Schlofsrandes . . .	40 „	23 „
Dicke	10.5 „	7 „

Die Art unterscheidet sich durch den sehr breiten tiefen Sinus und die geringe Anzahl der scharfen Flügelrippen von allen anderen Spiriferen des Amazonasdevon. (L. 54 und 56.)

---

*) Fauna des Hauptquarzites u. der Zorger Schiefer des Unterharzes. Abhandl. d. Kg. Preuß. Landesanst. N. F. 1, 1889, p. 33, Taf. XV, Fig. 3, 4, 5.

Spirifer clarkei Katzer.

Taf. XI auf S. 197, Abb. 2a Rekonstruierte Bauchklappe nach zwei Bruchstücken und einem Hohlabdruck, 2b dieselbe von der Schloßseite. — Vergl. S. 194.

Von dieser grofsen, schönen Art sind nur Bruchstücke der Bauchklappe bekannt, aus welchen die Abbildung zusammengestellt wurde, um das Vorkommen dieses Spirifer mit breiten, scharfkantig dachförmigen Flügelrippen im Maecurúdevon wenigstens vorläufig bis zur Auffindung besserer Stücke zu fixieren.

Die Art gehört offenbar in die Verwandtschaft des *Spir. consobrinus* d'Orb. (*Spir. zic-zac* Hall) aus den Hamiltonschichten Nordamerikas.

Der Umrifs ist bogenseitig dreieckig, einem Halbkreis genähert, da die Länge nur um wenig kürzer ist als die halbe Breite. Der Sinus ist mäfsig tief und sehr breit, beiläufig ein Fünftel der ganzen Klappenbreite einnehmend. Die Rippen, deren Zahl auf einem Flügel etwa 5 beträgt, sind dachförmig scharf zugekantet, von gleichseitig dreieckigem Querschnitt; umgekehrt ebenso verhalten sich die Rinnen zwischen ihnen. Die Schale ist durch namentlich auf den Rippen scharf ausgeprägte, in ungleichen Abständen dachziegelartig übereinander greifende, blättrige Anwachsstreifen verziert. (L. 54 und 56.)

Spirifer derbyi Rathbun.

Taf. XI auf S. 197, Abb. 3a Steinkern der Bauchklappe, 3b Medianschnitt derselben. — Vergl. S. 194, 202.

Die Beschreibung, welche Rathbun (L. 32, p. 26) von einem leider nicht abgebildeten, mit diesem Namen belegten Spirifer aus der Verwandtschaft des *Sp. duodenarius* Hall gibt, der ihm in einer Rücken- und einer Bauchklappe aus dem Maecurúsandstein und einer kleinen Rückenklappe vom Curuá vorlag, völlig entsprechende Spiriferenreste wurden unter dem von uns untersuchten Maecurú-Material nicht gefunden. Wohl aber fanden sich einige Steinkerne von Ventralklappen eines dem *Spir. arrectus* Hall aus dem Oriskanysandstein von Albany county, N. Y. jedenfalls nahestehenden, also mit *Sp. duodenarius* immerhin verwandten, aber mehr langflügeligen Spirifer, auf welchen wir den Rathbunschen Namen beziehen. Der auf Taf. XI abgebildete Steinkern ist das gröfste und breiteste gefundene Exemplar.

Spirifer lauro-sodréanus Katzer.

Taf. XI auf S. 197, Abb. 1a Steinkern der Bauchklappe, am Stirnrand teilweise beschalt, 1b Ansicht vom Schloßrand, 1c Seitenansicht. — Vergl. S. 196.

Von diesem prächtigen grofsen Spirifer liegt nur ein Steinkern der Bauchklappe mit in der Stirnrandpartie teilweise erhaltener Schale vor.

Der Umrifs ist einseitig abgeflacht elliptisch, die Wölbung der Breite und Länge nach sehr hoch, daher die Gestalt fast halbkugelförmig, die gröfste Breite der Schale ziemlich in der Mitte zwischen Stirn- und Schlofsrand, letzterer nur wenig länger als die Hälfte des gröfsten Breitendurchmessers. Der Sinus ist breit und tief, gegen den Stirnrand etwas verflachend, am Grunde mit einer breiten, ganz niedrigen Rippe versehen. Auf den Seiten je 5 radiale Falten, von welchen die beiden den Sinus einschliefsenden die höchsten, die nächstfolgenden die breitesten sind, während die weiteren so rasch an Breite und Höhe abnehmen, dafs die dem Hinterrand nächstgelegene fünfte nur eben noch kenntlich ist. Die Schale ist mit abwechselnd stärker und schwächer ausgeprägten, entlang des Stirnrandes am gedrängtesten stehenden Zuwachsstreifen versehen. Die Mafse des vorliegenden Exemplares sind:

Länge	46 mm
Breite	64 „
Dicke	21 „

Spirifer lauro-sodréanus gehört in die Verwandtschaft des *Spir. undiferus* F. Röm. aus dem Mitteldevon (Stringocephalenkalk) und des *Spir. subsulcatus* Barrois (ein übrigens schon von Dalman 1828 und Hall 1860 präokkupierter Name) von Erbray und steht dem *Spir. macropleura* Conr. aus den Unter-Helderberg-Schichten Nordamerikas nahe, unterscheidet sich jedoch durch den schmalen Schloſsrand, die sehr starke Wölbung der Bauchklappe und die eigenartige Faltung der Seitenlappen. (L. 54 und 56).

Centronella jamesiana Hartt u. Rathbun sp.

Taf. XII auf S. 201, Abb. 5a von der Bauchseite, 5b von der Rückenseite in natürlicher Größe, 5c geöffnetes Exemplar mit Armgerüst, 3mal vergrößert. — Vergl. 196, 202, 211.

Bei einigen Exemplaren aus dem Spiriferensandstein des Rio Maecurú konnte das in Stilpnosiderit umgewandelte Armgerüst bloſsgelegt werden. Die absteigenden Seitenbänder der Brachialschleife sind distal verbreitert und zeigen an ihrer Vereinigung den Ansatz einer schmalen Medianplatte. Die Zugehörigkeit zur Gattung *Centronella* darf demnach wohl als gesichert angenommen werden.

Höchst wahrscheinlich gilt dies auch von der äuſserlich sehr ähnlichen *Centron. wardiana* H. u. R. sp.

Oriskania navicella Hall u. Clarke.

Taf. X auf S. 195, Abb. 9a Dorsalansicht, 9b Seitenansicht eines Exemplares mit limonitisierter Schale. — Vergl. S. 196.

Das charakteristische Schloſs der Gattung konnte bei den Exemplaren vom Maecurú leider nicht genügend bloſsgelegt werden. In der äuſseren Form und Beschaffenheit gleichen die Schalen aber vollkommen dem von Hall und Clarke (Pal. N. Y. Vol. IV, bezw. Vol. VIII, Pl. LXXIX, Fig. 25—27) abgebildeten Typus der Art aus dem Oriskany-Sandstein, nur sind sie bloſs etwa halb so groſs.

Die Maſse zweier langen und eines breiten Maecurú-Exemplares sind:

Länge	19 mm	15 mm	12 mm
Breite	13 „	11 „	9 „
Gesamtdicke	10 „	10 „	12 „

Die breiten Formen sind durchwegs mehr bauchig als die langen. (L. 54 und 56.)

Aviculopecten coelhoanus Katzer.

Taf. XII auf S. 201, Abb. 8a Steinkern der linken Klappe, 8b Bruchstück eines Schalenexemplares der rechten Klappe, 8c Schalenskulptur stark vergrößert, 8d Querschnitt von 8a. — Vergl. S. 200.

Bekannt sind nur unvollständige, jedoch teilweise beschalte Bruchstücke aus dem Spiriferensandstein des Rio Maecurú, die sich in der allgemeinen Gestalt dem *Aviculopecten princeps* Hall, in der Skulptur dem *Avic. scabridus* Hall aus der Hamilton group Nordamerikas nähern.

Umriſs der Schale oval gerundet, mäſsig in die Länge gestreckt, ungleichseitig, die linke Klappe doppelt so stark gewölbt als die rechte. Vorderes Ohr wenig kleiner als das hintere. Skulptur der Schale sehr zierlich. Auf dem Hauptfeld in nicht ganz gleichen Abständen gegen 40 Rippen erster Stärke, dazwischen ausnahmsweise zwei, in der Regel aber nur eine Nebenrippe, die häufig aus der Mitte gegen die eine Hauptrippe hin etwas verschoben zu sein pflegen.

Alle Rippen dachförmig kantig, die Hauptrippen zwei- bis dreimal höher und breiter als die Nebenrippen, erstere mit zartem Beginn vom Wirbel ausstrahlend, gegen den Rand aber rasch an Stärke zunehmend, letztere sich zumeist erst unterhalb des Wirbels einschaltend. Anwachsringe sehr ausgeprägt, mit gleicher Stärke über die Rippen und die Intervalle zwischen denselben hinlaufend und dadurch eine ungleich viereckig maschige Oberflächenskulptur der Schale bewirkend. Am Steinkern treten nur die Rippen hervor. Auch an den Ohren, welche ebenfalls schwache Rippen tragen, sind die Anwachsstreifen nur wenig ausgeprägt. (L. 54 und 56.)

Platyceras meerwarthi Katzer.

Taf. XIII auf S 205, Abb. 10a, b. — Vergl. S. 198.

Die Art gründet sich auf zwei, mit Resten der limonitisierten Schale versehene Steinkerne.

Gehäuse sehr unsymmetrisch, mit unregelmäſsig elliptischer Mündung mit drei Ausbuchtungen, welchen eine mittlere ziemlich scharfe und zwei seitliche flache Radialwülste entsprechen. Das kleine Gewinde erreicht fast den inneren Rand der Mündung. An der Oberfläche Andeutung von Anwachsstreifen. Die Art besitzt einige Ähnlichkeit mit *Cap. uncinatus* A. Röm. und *Cap. hainensis* Maur.

Vorkommen: Im Spiriferensandstein des Rio Maecurú. (L. 54 und 56).

Platyceras gracilis Katzer.

Taf. XIII auf S. 205, Abb. 11a, b. — Vergl. S. 198.

Es liegt nur ein Exemplar mit limonitisierter Schale vor.

Gehäuse einseitig zusammengedrückt, auf einer Seite eben, auf der anderen von halbelliptischem Querschnitt, mit einer flachen Radialfalte und dichten parallelen Anwachsstreifen. Auſsenrand kantig, Wirbel schwach gewunden. Mündung nicht erhalten.

Vorkommen: Im Spiriferensandstein des Rio Maecurú. (L. 54 und 56.)

Platyceras coutoanus Katzer.

Taf. XIII auf S. 205, Abb. 12. — Vergl. S. 198.

Nur ein Exemplar mit auf einer Seite erhaltener limonitisierter Schale lag vor.

Gehäuse gewunden aus einem und einem halben Umgang bestehend. Anfang nach der Seite schwach spiralig herausgebogen, Gehäuse ziemlich rasch gleichmäſsig anwachsend, am Innenrand flach, mit scharfer Kante am äuſseren elliptischen Umriſs absetzend. Mündung nicht genügend erhalten. Schale mit feinen, flachwelligen, besonders am regelmäſsig gewölbten Rücken deutlichen Anwachsstreifen versehen.

Vorkommen: Spiriferensandstein des Rio Maecurú. (L. 54 und 56).

Platyceras tschernischewi Katzer.

Taf. XIII auf S. 205, Abb. 14a von oben, 14b von der Langseite, 14c von der schmalen Seite. — Vergl. S. 198.

Nur ein Exemplar bekannt.

Gehäuse breitkonisch, annähernd gleich hoch wie breit, aber fast dreimal länger, daher mit gestreckt ovaler Basis. Vom stumpfen Wirbel, welcher aus der Mitte nach einer Längsseite, die flach convex erscheint, verschoben ist, laufen

Andeutungen von breiten Längsrinnen aus. Um den Rand flachwulstige parallele Anwachsstreifen.

Vorkommen: Spiriferensandstein des Rio Maecurú. (L. 54 und 56).

Platyceras subconicum Katzer.

(*Pl. planoconus* L. 54 u. 56.)

Taf. XIII auf S. 205, Abb. 13a von oben, 13b von der Langseite, 13c von der Schmalseite. — Vergl. S. 198.

Grössere Anzahl von Steinkernen vorliegend.

Gehäuse flachkonisch, etwas einseitig, von unregelmäfsig elliptischem Umrifs. Vom excentrisch gelegenen, ziemlich spitzen Wirbel laufen gegen die beiden Längsseiten der Mündung flache Furchen aus. Am Steinkern nur ganz schwache Spuren von Anwachsstreifen. Das abgebildete Exemplar gehört zu den gröfseren der Art. Als äufserste Dimensionen wurden gemessen: Längster Durchmesser 25 mm, senkrecht darauf unter dem Wirbel 18 mm, Höhe 14 mm und in derselben Reihenfolge bei den kleinsten Exemplaren: 11, 8, 6 mm.

Die Art schliefst sich an *Capulus hercynicus* Kayser und *Platyc. dubium* Barrois an.

Häufig im Spiriferensandstein des Rio Maecurú.

Tentaculites eldredgianus Hartt u. Rathbun. Var.

Taf. XIII auf S. 205, Abb. 25a Exemplar in 3facher Vergrößerung von Ereré, 25b ein teilweise geöffnetes Exemplar in natürlicher Größe, 25c dasselbe wenig mehr als 3mal vergrößert, 26a Bruchstück 6mal vergrößert, 26b Profillinie der Wand 15mal vergrößert. — Vergl. S. 198, 211.

Im Spiriferensandstein des Maecurú-Flusses kommen neben dem typischen *Tent. eldredgianus* (L. 15 und L. 45) auch Fragmente mit etwas verschiedener Schalenoberfläche vor. Die Querringe sind nämlich öfters nicht durchwegs stumpfkantig, sondern theilweise scharfkantig und zuweilen sind auch nur einzelne von den Zwischenräumen zwischen den Ringen concentrisch zart gestreift. Dadurch werden Uebergänge bewirkt einerseits zu Formen mit scharfkantigen Querringen und ganz ohne Streifung, also mit den Eigenschaften des *Tent. crotalinus* Salter (Taf. XIII, Abb. 27) und anderseits zu Formen mit schmalen scharfen Querringen und mit concentrischer Streifung blofs einzelner Felder zwischen denselben (Taf. XIII, Abb. 26), die wohl nur eine Varietät des *Tent. eldredgianus* vorstellen.

Tentaculites tenellus Katzer.

Taf. XIII auf S. 205, Abb. 28a Bruchstück 5mal, 28b Wandprofil 10mal vergrössert. — Vergl. S. 198.

Einige Fragmente einer sich sehr allmählich verjüngenden Form, welche überaus zarte, scharfe, gleichartige Querringe besitzt, die von ziemlich gleichen, glatten Zwischenräumen von einander getrennt werden. Länge des abgebildeten Bruchstückes 6 mm, gröfster Durchmesser 0.8 mm. — Aus dem Spiriferensandstein des Rio Maecurú. (L. 54 und 56).

Phacops goeldii Katzer.

Taf. XV auf S. 213, Abb. 6a Teil eines Kopfschildes von vorne, 6b von der Seite (gezeichnet nach dem Spiegelbild), 6c Glabella eines anderen Exemplares, 6d Profillinie derselben. — Vergl. S. 199.

Es liegen nur Bruchstücke des Kopfschildes vor, wovon eines zur Charakterisierung der Art hinlänglich erhalten ist.

Der Umrifs des Kopfschildes ist im ganzen halbelliptisch. Die Glabella ist fast rund, stark bis nahe halbkugelig gewölbt, über den flachen inneren Teil der Wangen sowohl, als auch über den Stirnrand beträchtlich hervortretend. Sie trägt drei Paare stark rückwärts stehender, bis an die breiten Dorsalfurchen reichender Seitenfurchen, von welchen das vorderste Paar am kräftigsten ausgeprägt ist. Der Abstand zwischen den vordersten Seitenfurchen und den mittleren ist doppelt so gross, als zwischen diesen und den rückwärtigen. Der niedrige Augenwulst steht in der Mitte der Wange, welche zum Aufsenrand ziemlich steil abfällt. Die Wangen sind glatt, die Glabella dagegen ist mit ungleich grofsen, nicht gar zu dicht aneinander sitzenden Tuberkeln besetzt. Rumpf und Schwanzschild sind nicht bekannt.

Die fast kreisrunde Form und die hohe Wölbung der tuberkulierten Glabella ist für die Art charakteristisch. Dieselbe wurde mit den von Clarke (L. 43) als *Phacops scirpeus* (Taf. XV, Abb. 5) beschriebenen Pygidien in demselben Gesteinstück und in gleicher Erhaltung vorgefunden, weshalb es nicht unmöglich ist, dafs dieses Schwanzschild unserem Phacops angehören könnte. (L. 54 u. 56.)

Dalmanites ulrichi Katzer.

Taf. XV auf S. 213, Abb. 18a Pygidiumbruchstück von oben, 18b dasselbe von der Seite, 18c Querschnitt. — Vergl. S. 212.

Der abgebildete Rest stammt aus dem roten schieferigen Sandstein von Ereré. Es ist der Steinkern eines unvollständigen Schwanzschildes, welches jedenfalls einer neuen Art angehört.

Der Umrifs ist länglich spitzbogenförmig, am Ende des Pygidiums abgestumpft. Dieses ist hoch gewölbt, von der Axe ziemlich gleichmäfsig gegen die Ränder abfallend. Die schmale nur etwa ein Sechstel der Schildbreite einnehmende Axe zeigt deutlich 10 Ringe und auf den Seitenteilen unterscheidet man ebenso viele, durch schmale tiefe Furchen getrennte Rippen, die im vorderen Teile des Pygidiums rechtwincklig, im rückwärtigen Teile unter einem spitzen Winkel von der Spindel auslaufen. Nur die beiden vordersten und breitesten Rippen zeigen eine Andeutung von Furchen. Die Oberfläche des Steinkernes ist glatt.

Wenn unter Berücksichtigung des Verlaufes der vordersten Seitenrippen auch angenommen wird, dafs das vorliegende Bruchstück fast vollständig ist und zur Ergänzung bis zum Rumpf nur wenige Ringe und Rippen fehlen, so besitzt das Pygidium doch eine charakteristische ungewöhnlich lange Form, welche die Aufstellung einer neuen Art rechtfertigt. (L. 54 und 56).

Die früher (L. 54 und 56) provisorisch aufgestellten Arten: *Stropheodonta portoana* und *Sphenotus clarkei* mufsten eingezogen werden, da erstere mit *Stropheodonta concava* Hall (vergl. S. 194), letztere mit *Sphenotus bodenbenderi* Clarke (vergl. S. 196, Taf. XIII, Abb. 23) zu vereinigen ist.

Register.

Die mit einem Sternchen * versehenen Seitenzahlen beziehen sich auf Abbildungen. — Autoren- und Personennamen sind gesperrt gedruckt.

B.

C.

E.

F.

K.

L.

M.

N.

O.

P.

Qu.

R.

S.

T.

U.

V.

W.

X.

Y.

Z.

Bemerkung zur geologischen Karte.

In der geologischen Karte, welche diesem Buche beigegeben ist, wurden behufs Vermeidung einer Überfüllung mit Namen die nur ihrer Lage nach angedeuteten Gebirge mit Zahlen versehen. Es bedeutet:

1 Serra do Travá. 2 Morro do Cachorro. 3 M. do Viramondo. 4 Serra do Dedal. 5 S. do Copo. 6 S. do Matiá. 7 S. do Valha-me Deus. 8 Serras do Sapucuá. 9 S. Carnahúba. 10 S. Santa Lucia. 11 S. do Livramento. 12 S. do Amigo Paulo. 13 S. do Curumú. 14 S. da Escama. 15, 16 Bergkranz von Monte Alegre u. zw. 15 S. do Ereré, 16 S. Itauajurý und daran anschließend S. Susuá, S. Airý. 17 Serra S. Roque. 18 S. Paranaquára. 19 S. Jutahý. 20 S. Velha Pobre und S. Jaraucú. 21 S. de Almeirim. 22 S. do Laranjal. 23 S. do Curú mirim. 24 S. dos Mongubas. 25 S. do Amapá. 26 S. Maçaranduba. 27 Monte Mayé. 28 S. Parintins. 29 S. do Balaio. 30 S. Curumucurý. 31 Serro Piraquára. 32 So. Aracurý. 33 So. Aricará. 34 S. Piróca (Alter do Chão) und östlich anschließend S. Panéma, Marurú, Irurá etc. 35 S. do Curuá. 36 S. do Urubucuára. 37 S. do Gavião. 38 Morro Grande. 39 Serras do Tabão. 40 Ss. do Rio Fresco. 41 S. do Regresso. 42 S. da Confluencia. 43 S. do Surubim (Morro Vermelho). 44 S. da Pedra preta. 45 S. do Paraupeba. 46 S. do Matto. 47 S. do Cocal. 48 S. do Gongri. 49 Serras do Higino und S. do Deréké. 50 S. dos Gradaús. 51 S. do Priá. 52 Mte. Peito de Moça. 53 Mte. Pirá assú.

Die sonstigen Abkürzungen der Karte sind:

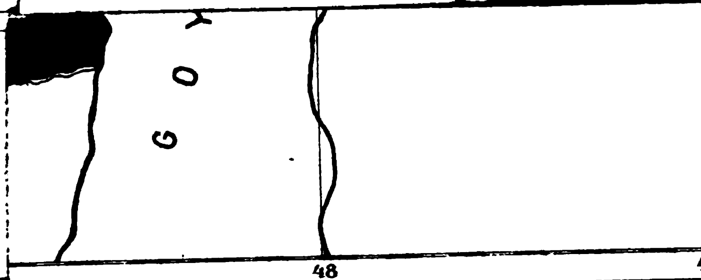
LC = Lago Cujubim. *LF* = Lontra-Fall. *Pa* = Pancada grande-Fall. *T* = Taconhamuira-Fall. *IF* = Itamaracá-Fall. *P* = Pacoval. *P. gr.* = Praia grande.

48 West.L.v. Greenw. 46

4 4

Versuch
einer
GEOLOGISCHEN KARTE
des
nteren Amazonasgebietes
(des STAATES PARÁ in BRASILIEN)

Von
DR FRIEDRICH KATZER



LITH. A. BENDA & C° SARAJEVO.

